

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**



**SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO POR HARINA
DE HABA (Vicia faba L.), EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS
FORTIFICADAS USANDO PANELA COMO EDULCORANTE.**

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

TESISTAS:

Bach. ALEGRE AGUILAR KIRSTEEN KEITH GLEISS

Bach. ASMAT DAZA ROSA MARIA

ASESORA:

DRA. LUZ PAUCAR MENACHO

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2016

AGRADECIMIENTO

De manera muy especial a nuestra asesora la DRA. LUZ PAUCAR MENACHO por sus orientaciones, motivación, colaboración y conocimientos impartidos durante todo el proceso de la presente tesis; por toda su paciencia y labor realizada durante nuestra formación profesional en el tiempo transcurrido en la universidad, porque con su excelente preparación docente ha logrado hacernos identificar profundamente con nuestra tesis.

Gracias Doctora Paucar, por ser ingeniero de corazón, por su dedicación y empeño al realizar su trabajo, y porque al ver ese ejemplo nosotras sus alumnas nos sentimos motivadas para seguir esa línea profesional. Gracias por habernos acompañado en este camino hacia la culminación de nuestra tesis, porque con sus palabras y apoyo ha hecho que crezcamos como personas y como profesionales, siempre nos sentiremos orgullosos de haber recibido su enseñanza durante nuestro paso por la universidad.

Al Ing. John Gonzales Capcha, por su paciencia y dedicación para con nosotras, sin su apoyo no hubiese sido posible el desarrollo del presente trabajo de investigación.

GLEISS Y ROSA

DEDICATORIA

A DIOS.

Por haberme dado la vida, guiar mis pasos y estar siempre a mi lado en todo momento de mi vida.

Por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres:

Por su esfuerzo, dedicación y abnegación que han hecho de mí una persona de buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante buscando siempre el mejor camino.

Por todo su amor, comprensión y consejos impartidos.

A mis familiares y amigas:

Por estar siempre presentes en cada momento demostrándome su cariño y que el amor que nos tenemos siempre nos unirá.

ROSA

A DIOS.

Quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mis padres:

Que con su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis hermanos:

A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome todos los días, brindándome sus alegrías y juegos gracias a ellos conservo la alegría y la fuerza para seguir adelante y poderme realizar.

GLEISS

1. Generalidades	16
1.1 Introducción	16
1.2 Importancia	17
1.3 Objetivos	18
1.3.1 Objetivo general	18
1.3.2 Objetivos específicos	18
1.4 Formulación de hipótesis	19
2. Marco teórico	20
2.1. Alimentos funcionales	20
2.2. Haba	22
2.2.1. Clasificación taxonómica	23
2.2.2. Variedades	24
2.2.3. Origen y distribución geográfica	25
2.2.4. Composición química	26
2.2.5. Producción nacional	27
2.2.6. Propiedades y usos	28
2.2.7. Alternativas de procesamiento agroindustrial	29
2.2.8. Contraindicaciones	29
2.3. Trigo	30
2.3.1. Clasificación taxonómica	31
2.3.2. Variedades	32
2.3.3. Origen y distribución geográfica	33
2.3.4. Composición química	35
2.3.5. Producción nacional	36
2.3.6. Propiedades	38

2.3.7. Contraindicaciones	39
2.4. Panela	40
2.4.1. Composición química	40
2.4.2. Composición nutricional de la panela	41
2.4.3. Producción nacional	43
2.4.4. Propiedades y usos	44
2.5. Las galletas	45
2.5.1. Clases de galletas	46
2.5.2. Historia	46
2.5.3. Industrialización	47
2.6. Materias primas de la galleta	48
2.6.1. Harina	48
2.6.2. Clases de harinas	48
2.6.2.1. Harina galletera	49
2.6.2.2. Importancia del gluten de las harinas	50
2.6.3. El azúcar	51
2.6.3.1. Tipos de azúcar	52
2.6.4. Manteca	53
2.6.5. Los huevos	54
2.6.6. La esencia	57
2.7. Material de embalaje	57
3. Materiales y métodos	59
3.1 lugar de ejecución	59
3.2 Materiales	59
3.2.1. Materia prima	59

3.2.2. Insumos	59
3.2.3. Otros materiales	60
3.2.4. Equipos y materiales de proceso	61
3.3. Métodos	62
3.3.1. Factores en estudio	62
3.3.2. Tratamientos	62
3.3.3. Diseño experimental	63
3.3.4. Esquema del análisis de varianza	63
3.3.5. Análisis funcional	64
3.3.6. Caracterización de las materias primas	64
Harina de trigo	64
3.3.6.1.Composición porcentual	64
3.3.6.2.Colorimetría	64
3.3.6.3.Granulometría	64
3.3.6.4.Farinografía	65
3.3.6.5.Extensografía	65
3.3.6.6.Amilografía	66
Harina de haba	66
3.3.6.7.Composición porcentual	66
3.3.6.8.Colorimetría	66
3.3.6.9.Granulometría	67
Panela	67
3.3.6.10.Composición porcentual	67
3.3.7. Computo químico	67
3.3.8. Producción de galletas fortificadas	68

3.3.8.1. Formulación	68
3.3.8.2. Procedimiento para la elaboración de galletas fortificadas	68
3.3.9. Evaluación de la calidad de las galletas	72
3.3.9.1. Volumen específico	72
3.3.9.2. Color de la galleta	72
3.3.9.3. Análisis sensorial	73
3.3.9.4. Humedad	73
3.3.9.5. Proteína	74
3.3.9.6. Dureza	74
3.3.9.7. Análisis estadístico	74
Galletas	74
3.3.9.8. Composición porcentual	74
4. Resultados y discusiones	74
4.1. Caracterización de la materia prima	75
4.1.1. Caracterización de la harina de trigo	75
4.1.1.1. Composición porcentual	75
4.1.1.2. Colorimetría harina de trigo	76
4.1.1.3. Granulometría	76
4.1.1.4. Análisis Farinográfico	77
4.1.1.5. Análisis Extensográfico	78
4.1.1.6. Análisis Amilográfico	79
4.1.2. Caracterización de la harina de haba	80
4.1.2.1. Composición porcentual	80
4.1.2.1. Colorimetría harina de haba	81
4.1.2.1. Granulometría	81

4.1.3. Caracterización de la panela	82
4.1.3.1. Composición porcentual	82
4.1.4. Caracterización de la galleta	82
4.1.4.1. Composición porcentual	84
4.2. Computo químico	85
4.3. Evaluación de la calidad de las galletas	86
4.3.1. Volumen específico	86
4.3.2. Dureza	88
4.3.3. Rendimiento	90
4.3.4. Humedad	92
4.3.5. Cenizas	95
4.3.6. Análisis organoléptico	97
4.3.6.1. Color	97
4.3.6.2. Olor	99
4.3.6.3. Sabor	101
4.3.6.4. Textura (crocancia)	102
4.3.6.5. Aceptabilidad	104
4.4. Balance de materia para la elaboración de galletas	106
4.5. Balance de energía eléctrica	107
4.6. Balance de energía	108
4.7. Determinación de costos y punto de equilibrio en la producción de galletas	109
5.1 conclusiones	111
5.2 recomendaciones	113
Bibliografía	115
Anexos	119

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01: Clasificación Taxonómica del Haba	23
Cuadro N° 02: Composición Química del Haba	26
Cuadro N° 03: Producción Nacional de Haba	27
Cuadro N° 04: Clasificación Taxonómica del Trigo	31
Cuadro N° 05: Composición Química del trigo	35
Cuadro N° 06: Superficie sembrada departamental (ha)	37
Cuadro N° 07: Composición Química de la Panela	41
Cuadro N° 08: Exportaciones de panela – Chancaca 2014/2015	44
Cuadro N° 09: Características de la harina galletera	51
Cuadro N° 10: Composición del huevo en base a su peso (100% en peso)	55
Cuadro N° 11: Valor nutricional del huevo por cada 100 g	56
Cuadro N° 12: Tratamientos en Estudio.	63
Cuadro N° 13: Análisis de Varianza	63
Cuadro N° 14: Formulación para la elaboración de galletas fortificadas con harina de trigo y harina de haba, utilizando panela como edulcorante.	68
Cuadro N° 15: Sustitución de azúcar por panela	69
Cuadro N° 16: Composición Porcentual (%) de la Harina de Trigo	75
Cuadro N° 17: Colorimetría de la Harina de Trigo	76
Cuadro N° 18: Granulometría de la Harina de Trigo	76
Cuadro N° 19: Análisis Farinográfico	78
Cuadro N° 20: Análisis Extensográfico	79
Cuadro N° 21: Análisis Amilográfico	80
Cuadro N° 22: Composición Porcentual (%) de la Harina de Haba	80
Cuadro N° 23: Colorimetría de la Harina de Haba	81
Cuadro N° 24: Granulometría de la Harina de Haba	81

Cuadro N° 25: Composición Porcentual (%) de la Panela	82
Cuadro N° 26: Pre test Azúcar por Panela	83
Cuadro N° 27: Sustitución de Azúcar por Panela	83
Cuadro N° 28: Composición Porcentual (%) de la Galleta (T0 y T4)	84
Cuadro N° 29: Computo Químico de los Ensayos del Planteamiento Experimental	85
Cuadro N° 30: Peso Específico	86
Cuadro N° 31: Análisis de varianza para la variable Peso Específico (g/cm³)	86
Cuadro N° 32: Prueba de Tuckey al 5 % para Tratamientos	87
Cuadro N° 33: Dureza	88
Cuadro N° 34: Análisis de varianza para la variable Dureza (mJ)	88
Cuadro N° 35: Prueba de Tuckey al 5 % para Tratamientos	89
Cuadro N° 36: Rendimiento	91
Cuadro N° 37: Análisis de varianza para la variable Rendimiento (%)	91
Cuadro N° 38: Prueba de Tuckey al 5 % para Tratamientos	91
Cuadro N° 39: Humedad	93
Cuadro N° 40: Análisis de varianza para la variable Humedad (%)	93
Cuadro N° 41: Prueba de Tuckey al 5 % para Tratamientos	94
Cuadro N° 42: Cenizas	95
Cuadro N° 43: Análisis de varianza para la variable Cenizas (%)	95
Cuadro N° 44: Prueba de Tuckey al 5 % para Tratamientos	96
Cuadro N° 45: Análisis de varianza para la variable Color (%)	97
Cuadro N° 46: Prueba de Tuckey al 5 % para Tratamientos	98
Cuadro N° 47: Análisis de varianza para la variable Olor (%)	99
Cuadro N° 48: Prueba de Tuckey al 5 % para Tratamientos	100
Cuadro N° 49: Análisis de varianza para la variable Sabor (%)	101

Cuadro N° 50: Prueba de Tuckey al 5 % para Tratamientos	101
Cuadro N° 51: Análisis de varianza para la variable Textura (%)	103
Cuadro N° 52: Prueba de Tuckey al 5 % para Tratamientos	103
Cuadro N° 53: Análisis de varianza para la variable Aceptabilidad (%)	105
Cuadro N° 54: Prueba de Tuckey al 5 % para Tratamientos	105
Cuadro N° 55: Balance de materia en la elaboración de galletas	107
Cuadro N° 56: Consumo de Energía Eléctrica en la Producción de Galleta elaborada con Harina de Trigo y Haba.	108
Cuadro N° 57: Balance de energía	108
Cuadro N° 58: Costo de producción	109

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Haba (<i>Vicia Faba L.</i>)	22
Figura N° 02: Variedades de haba	24
Figura N° 03: Planta de Haba	26
Figura N° 04: Producción de Haba 1993 - 2013	28
Figura N° 05: Trigo (<i>Triticum spp.</i>)	31
Figura N° 06: Espigas y granos de trigo	34
Figura N° 07: Evolución Superficie Cosechada (miles de ha)	38
Figura N° 08: Panela	40
Figura N° 09: Exportaciones de Panela - 2015	44
Figura N° 10: Galletas	46
Figura N° 11: Características de la harina galletera	50
Figura N° 12: Diagrama de flujo para la elaboración de galletas.	71
Figura N° 13: Curva de análisis Farinográfico	77
Figura N° 14: Curva de análisis Extensográfico	78

Figura N° 15: Curva de análisis amilográfico	79
Figura N° 16: Representación de la variable volumen específico	87
Figura N° 17: Representación de la variable Dureza.	89
Figura N° 18: Representación de la variable Rendimiento	92
Figura N° 19: Análisis de Humedad	94
Figura N° 20: Análisis de Cenizas	96
Figura N° 21: Color	98
Figura N° 22: Olor	100
Figura N° 23: Sabor	102
Figura N° 24: Textura (Crocancia)	104
Figura N° 25: Aceptabilidad	106
Figura N° 26: Punto de equilibrio en la producción de Galletas	110

RESUMEN

La tendencia del consumidor actual es consumir alimentos con beneficios a la salud y de fácil preparación. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo encontrar la mejor sustitución parcial de harina de trigo por harina de haba en la elaboración de un producto de pastelería, denominado galleta, que cumpla con los estándares de calidad y las especificaciones técnicas nacionales; logrando así el diseño de un nuevo producto para el mercado mediante la utilización de harinas sucedáneas. Para cumplir con ello se partió de una formulación base o control constituida de: 80% de harina de trigo, 20% de harina de haba, 75% de manteca, 2% yemas, 0.5% polvo de hornear, 30% azúcar, 70% de panela, 0.25% sal, y 1.25% leche en polvo. Para lograr la mejor sustitución se elaboró galletas fortificadas a partir de 4 mezclas constituidas por porciones de las tres harinas (H. Trigo y H. haba), proporciones que fueron establecidas utilizando un diseño completamente al azar mediante un software estadístico SPSS y manteniendo el resto de insumos igual a la formulación base; los cuales fueron evaluados en función al porcentaje de proteína, sabor y textura, datos que se analizaron con un nivel de significancia del 95% y utilizando el mismo paquete. Estos sirvieron para determinar la mezcla óptima de las harinas en las siguientes proporciones. 80% H. Trigo, 20% H. Haba (Con respecto a 100% de Harina); a esta se le realizó análisis reológicos para ver su comportamiento frente a solo harina de trigo, observándose que sus características fueron inferiores pero que cumplía con parámetros encontrados por otros investigadores para usa en la elaboración de galletas fortificadas. Se elaboró la galleta “con mejor sustitución” (mezcla optima) para el cual se analizó los parámetros exigidos por las normas técnicas peruanas (%Humedad y %Cenizas), contrastándolos con los valores reportados en una galleta “testigo” (100 H. Trigo), asimismo el primero obtuvo un % de proteína de 7.3, el cual superó al obtenido por la galleta Testigo. La harina de haba tuvo influencia significativa en el volumen específico de las galletas fortificadas. Siendo el Tratamiento 4 el que ocupa el mayor rango 0.54 gr/cm³ valor cercano al que presento la galleta Testigo con 0.83 gr/cm³.

Desde el punto de vista nutricional las galletas fortificadas tuvieron un cómputo químico elevado en los aminoácidos esenciales de la lisina que supera el 70% recomendado por la FAO.

SUMMARY

The current consumer trend is to consume foods with health benefits and easy preparation. This work of investigation aims to find the best partial substitution of wheat flour by bean flour in the preparation of a pastry product, called cookie that meets quality standards and national technical specifications, thus achieving the designing a new product to the market through the use of substitute flour. To accomplish this we started from a base formulation control or constituted 80% of wheat flour, 20% bean flour, 75% of butter, 2% yolks, 0.5% baking powder, 30% sugar, 70% brown sugar, salt 0.25% and 1.25% milk powder.

To get the best replacement fortified biscuits was prepared from 4 mixtures of the three portions of flour (Wheat F. and Bean F), proportions that were established using a completely randomized design using SPSS statistical software and keeping the rest of inputs equal to the base formulation; which were evaluated according to the percentage of protein, flavor and texture data were analyzed with a significance level of 95% using the same package. These were used to determine the optimal mix of flour in the following proportions. 80% Wheat Flour, 20% Bean Flour (Regarding Flour 100%); this rheological analysis is performed to see their behavior just wheat flour, noting that its characteristics were lower but complied with parameters found by researchers for use in the production of fortified biscuits. Cookie "better substitution" (optimal mixture) for which the parameters required by the Peruvian technical standards (% humidity and % Ash), contrasting with the values reported on a cracker "witness" (Wheat Flour analyzed 100 was developed), also the first obtained a 7.3% protein, which exceeded that obtained by the Witness cookie.

Bean flour had significant influence on the specific volume of fortified biscuits.

Treatment 4 being the highest ranking occupying the 0.54 gr / cm³ present value close to that cookie Witness 0.83 gr / cm³.

From a nutritional standpoint the fortified biscuits were a high chemical score in essential amino acid lysine than 70% FAO recommended

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCION

Actualmente en el mundo se está desarrollando un nuevo estilo de vida orientado al consumo de alimentos saludables y nutricionalmente de buena calidad; e incluso de productos orgánicos, con certificación que avale el abandono de productos químicos en la etapa de cultivo (Egan H., R. Kirk Y R. Sawyer. 2001).

El cultivo del haba (*Vicia Faba L.*), se localiza principalmente en la Sierra alta del Perú a 3.600 m.s.n.m. y constituye parte de la alimentación tradicional de la población campesina. No es un cultivo degradante de los recursos naturales y por su tolerancia natural a enfermedades y plagas no requiere de la aplicación intensiva de agroquímicos (Gianola, 2009).

Las habas (*Vicia Faba L.*), que son conocidas por sus propiedades alimentarias particulares como su contenido en proteína que va del 20 a los 25 % en grano seco, minerales como hierro y fósforo y la costumbre de consumo, hacen que estén presentes en la dieta de nuestra población de una manera tradicional (Norma INEN 616:98).

Por estas razones, esta leguminosa es utilizada únicamente en fresco y seco, debido a la falta de técnicas agroindustriales y la poca difusión de la información que existe de las características que posee (Norma INEN 2 085:96).

La panela es considerada como un alimento en la mayoría de los países de América latina; y en el Perú es utilizado por la población rural, es calificado como un azúcar integral, que se extrae de la caña de azúcar, es natural y muy nutritivo, ya que presenta significativos contenidos de glucosa, fructosa, proteínas, minerales y vitaminas, debido a que no pierde sus minerales y vitaminas durante el proceso de obtención, sin embargo se planteó utilizar la panela como edulcorante alternativo en la elaboración de galletas conjuntamente con la harina de haba, lo cual permitió potencializar la producción de estas materias primas y así

constituirse en un ingreso económico importante para las personas dedicadas a esta actividad (Stevest,2008).

El objetivo del presente trabajo de investigación fue determinar no solo el mejor porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de haba y panela como edulcorante en la elaboración de galletas fortificadas como una fuente de enriquecimiento nutricional en proteínas, hierro y fósforo, sino también conocer las bondades que ofrece la haba (*Vicia faba L.*) y panela (chancaca), como una fuente de enriquecimiento nutricional en proteína, para ser incluido en la dieta diaria de las personas.

1.2.IMPORTANCIA

La correcta nutrición y alimentación, se solucionará en buena medida por la integración de una industria de alimentos socialmente responsable, que busque y utilice nuevos ingredientes para el desarrollo de alimentos nutritivos y funcionales.

Las leguminosas son consideradas como alimentos funcionales, ya que además de sus componentes nutritivos contienen otros componentes biológicamente activos (factores no-nutritivos) que proporcionan un beneficio para la salud incrementando el bienestar o disminuyendo el riesgo de enfermar (Duncan, 2009).

Elaborar galletas enriquecidas con harina de haba (*Vicia faba L.*) y edulcoradas con panela, tuvo un objetivo principal, obtener productos de alto valor nutritivo, con esto se trata de minimizar en parte la problemática desnutrición infantil, trastornos alimenticios como pueden ser anemia, y la falta de concentración (Barraza, G; Rojas, C. 2012).

El precio módico de la galleta, comparado con los géneros de pastelería fresca, su larga conservación puede ayudar a conquistar el favor del público y su mercado incluso hasta los pueblos más humildes (Gianola, 1980).

Según (Collazos, 2012), narra lo siguiente:

La introducción de harina de haba y panela en la industria de alimentos, permitió dar un valor agregado a estos productos, ofreciendo nuevas alternativas de transformación para estas materias primas olvidadas por la gente.

El aprovechamiento de la harina de haba y panela, brinda nuevas alternativas de industrialización, lo cual motiva a la producción agroindustrial y lo que es más importante a constituir un ingreso económico.

1.3.OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de haba en las características nutricionales, fisicoquímicas y organolépticas en la elaboración de galletas edulcoradas con panela.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las características fisicoquímicas de la harina de trigo.
- Determinar las características fisicoquímicas de la harina de haba.
- Determinar las características fisicoquímicas de la panela.
- Determinar la calidad nutricional de las galletas fortificadas mediante el análisis de proteínas y minerales a los mejores tres tratamientos.
- Evaluar las características fisicoquímicas de las galletas elaboradas a base de harina de trigo, harina de haba, con adición de panela como edulcorante.
- Determinar la aceptabilidad del producto mediante pruebas organolépticas.

1.4.FORMULACION DE HIPOTESIS

Hi: La sustitución de harina de trigo mediante 20% de harina de haba y 70% de panela, mejora el nivel nutricional y las características fisicoquímicas y sensoriales en la elaboración de galletas fortificadas.

Ho: La sustitución de harina de trigo mediante 20% de harina de haba y 70% de panela, no mejora el nivel nutricional y las características fisicoquímicas y sensoriales en la elaboración de galletas fortificadas.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1.ALIMENTOS FUNCIONALES

En los últimos años, el estilo de vida saludable ha estado dirigiendo la vida de un número creciente de personas. Este nuevo estilo de vida incluye, principalmente una dieta basada en el producto, sin comprometer o para promover los beneficios de salud a los mismos. Con esto, una gran tendencia es la preferencia por los alimentos, ingredientes y aditivos naturales (Melo, 2004). Un paradigma de nutrición defensivo para adultos en el siglo XXI enfatiza hacerla elección de alimentos saludables para un funcionamiento óptimo durante el de envejecimiento. La eficacia y seguridad de estos alimentos deben ser asegurados por estudios científicos (Mahan; Scott - Stump, 2005).

Según (Gordon y Kubomura, 2003), Históricamente los alimentos han proporcionado nutrición y diversión al ser humano en el transcurso de su desarrollo. Los alimentos funcionales son alimentos que proporcionan beneficios adicionales además de las propiedades básicas nutricionales (Mahan; Escott - Stump, 2005). Estos alimentos contienen en su composición, sustancias nutrientes, capaces de modular respuestas metabólicas del individuo, lo que resulta en una mayor protección y fomento de la salud (Pacheco y Sgarbieri, 2001).

Japón fue el pionero en la producción y comercialización de alimentos funcional. Conocido como FOSHU, " Uso de Alimentos especificados para la Salud", el apoyo japonés hacia los alimentos funcionales ha marcado un sello de aprobación por parte del Ministerio de Salud y Bienestar desde 1997 (Stringheta, 2007).

El Perú se encuentra inmerso en este contexto, la comercialización de los productos naturales se viene dando a gran escala ya que puede convertirse, en los próximos años, en un importante proveedor de alimentos naturales para mercados de Latinoamérica y Asia (Magariños, 2008).

Sostuvo que el crecimiento económico que vienen experimentando las economías emergentes, ha generado que la clase media de estos mercados, se vuelva cada vez más sofisticada, orientándose a consumir alimentos sanos, un 88% de los peruanos prefiere comprar productos elaborados a base de ingredientes naturales; mientras que un 89% se inclina por alimentos orgánicos o provenientes del comercio justo (UNIÓN PARA EL BIOCOMERCIO ÉTICO, 2012).

Sobre la base de este concepto, las industrias de alimentos tienen grandes expectativas de que sus productos cumplen con la demanda del consumidor para una el estilo de vida más saludable. En este contexto, la elaboración de alimentos funcionales cumplen un papel específico. Estos alimentos están destinados no sólo a satisfacer el hambre o proporcionar los nutrientes necesarios, sino también para prevenir las enfermedades relacionadas con la nutrición y aumentar el bienestar físico y mental de los consumidores (Menrad ,2003). Recientemente, el reconocimiento de las propiedades nutraceuticas, muchos componentes de los alimentos, se ha traducido en beneficios para la salud. Por la misma razón, el área de cereales ha estudiado la adición de compuestos bio-activos en formulaciones de panes, pasteles, galletas, pasta, etc. (Kajishima; Pumar; Germani, 2001).

El aumento de la importancia de los distintos tipos de productos de panadería en hábitos alimenticios diarios sugiere que estos productos pueden servir como un vehículo para la incorporación de nutrientes importantes mientras es fácilmente aceptado por los consumidores (Mashayekh; Mahmoodi; Entezar, 2008). La adición de harina de haba a productos de panadería mejora e influencia aspectos del producto final a nivel sensorial, nutricional y funcional positivamente (Cenzano y Galeno, 2001).

2.2.HABA

Vicia faba L., el haba, es una planta trepadora herbácea, anual, de tallos semi-erectos que se enredan; cultivada en todo el globo por sus semillas, las cuales son empleadas en gastronomía.

El principal uso de haba es como leguminosa de grano, los granos se consumen generalmente cocidos en ensalada y acompañando diferentes platos. Igualmente se consume ocasionalmente la vaina al estado muy inmaduro (Giménez y González 2012).



Figura N° 01: Haba (*Vicia Faba L.*)

FUENTE: Cano, 2005

Este miembro de la familia de las leguminosas es nativo de la región del Mediterráneo, especialmente Italia e Irán. Es una de las plantas de cultivo conocidas más antiguas, cuya producción se extiende a épocas prehistóricas.

El fruto es una legumbre de color verde pálido posee una vaina alargada de longitud variable entre 10 y 30 cm y consistencia carnosa, Dentro de esta vaina se ubican las semillas puestas en fila; las semillas son muy ricas en hidratos de carbono (12% en las habas tiernas y 60% en habas secas) y en proteínas (6% en habas tiernas y 26% en habas secas). La vaina, de color verde en estado inmaduro, se oscurece y se vuelve pubescente al secarse. Los granos en el interior de la misma varían entre 2 y 9.

Prácticamente su contenido de grasa es cero, dentro de esta fracción grasa, el más abundante es el ácido linolénico (omega 3), además de fosfolípidos. Las habas son consideradas un producto especial (“specialtyitem”), en parte debido a su largo proceso de limpieza y bajo rendimiento en peso al pelar la vaina (Cano, 2005).

En el Perú el cultivo de habas es tradicional en la sierra alta, llegando a un 95% de la producción nacional; comprendiendo más de 7000 ha bajo riego y 25000 en seco, en varios pisos ecológicos del país (Salvador, 2009).

2.2.1. Clasificación Taxonómica

De acuerdo a la clasificación taxonómica el haba se ubica de la siguiente manera

Cuadro N° 01: Clasificación Taxonómica del Haba (Vicia Faba L.)

Clasificación taxonómica del Haba	
Nombre científico	Vicia faba L
Nombre común	Haba caballar
Otros idiomas	Fababean, pigeonbean(ing)
Reino	Vegetal
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotyledoneae
Orden	Leguminosae
Familia	Papilionacé (Fabaceae)
Género	Vicia
Especie	Faba L.

FUENTE: Bondan, 2011.

2.2.2. Variedades

Según (Gonzalo, 2008); Las tres variedades del haba se distinguen sobre todo por el tamaño de sus semillas, todas se cultivan indistintamente.



Figura N° 02: Variedades de haba

FUENTE: Gonzalo, 2008

Los numerosos tipos diferentes de haba cultivados, hacen que la sistemática de la especie sea muy confusa; en general se reconoce válida la subdivisión de haba en tres variedades botánicas, en atención al tamaño de la semilla y las vainas:

- ***Vicia faba var. minor (Harz) Beck:*** esta variedad botánica se caracteriza por presentar semillas pequeñas, de 1 a 1,2 cm de longitud. Este tipo predomina como cultivo en el norte de Europa, especialmente en Gran Bretaña, en el Valle del Nilo, India y Norteamérica, pero su utilización principal es forrajera o como abono verde.
- ***Vicia faba var. Equina Pers:*** las semillas de este grupo son de tamaño intermedio, de 1,2 a 1,4 cm de longitud. Este tipo, como sus nombres latino e inglés ("horsebean") lo indican, se utiliza preferentemente en la alimentación de ganado y no se recomienda para consumo humano.

- ***Vicia faba var. major (Harz) Beck:*** este grupo presenta los granos más grandes de la especie (1,5 a 3 cm de largo). Esta variedad botánica es la más usada como haba verde en el mundo, especialmente en Asia, América Latina y Europa. En esta variedad se distinguen los cultivares "asiáticos" de vaina corta, gruesa y con pocos granos muy grandes como Jumbo y NintokuGiant, los cultivares "europeos" de vaina larga, gruesa, de varios granos como los españoles Aguadulce y Muchamiel, y de otros países como Portuguesa (Portugal), D'Aquitaine (Francia), Windsor (Inglaterra) y Witkiem (Holanda).

2.2.3. Origen y distribución geográfica

Originaria de la cuenca mediterránea o del Asia central, hoy el haba se cultiva en todo el mundo.

Los principales países productores son Australia, China, Egipto y Etiopía, a los que se deben cuatro quintos de la producción mundial. Está extendido su cultivo también en varios países de Europa y de América Latina (especialmente Bolivia, Ecuador, Venezuela y Perú), especialmente en zonas frías y templadas. La temperatura óptima está en torno a los 15°C (Moreno, 2007).

El haba se desarrolla bien en casi todos los tipos de suelo pero prefiere los que tengan un buen drenaje, aunque soporta también los arcillosos. Los suelos muy ligeros, húmedos o secos no le van bien; prefiere un pH entre 6 y 7,5. Requiere bastante humedad y unos 700 mm anuales de lluvia. No es particularmente fotófila, y al ser tolerante a las heladas en su desarrollo temprano se adapta a las condiciones de las zonas de montaña.

Se afirma que Asia sería la región de origen de la variedad *minor*, mientras que la variedad *major* procedería del norte de África.

Actualmente esta leguminosa se halla distribuida por todos los continentes (Cubero, 2008).



Imagen N° 03: Planta de Haba

FUENTE: Cano, 2005

2.2.4. Composición Química

Las habas son ricas en carbohidratos y proteínas. A medida que maduran, endurecen y ganan en almidón; a continuación se muestra la composición química del haba:

Cuadro N° 02: Composición Química del Haba

COMPONENTES	UNIDAD	HABA VERDE	HABA SECA
Agua	%	65.7	14.0
Proteína	%	9.9	23.1
Grasa	%	0.3	1.8
Carbohidrato	%	18.3	49.8
Fibra	%	4.5	8.4
Ceniza	%	1.3	2.9
Otros Componentes			
Calcio	mg.	50.00	90.00
Fósforo	mg.	190.00	420.0
Hierro	mg.	20.00	4.90
Tiamina	mg.	0.29	0.61
Riboflavina	mg.	0.15	0.17
Niacina	mg.	1.6	2.50
Ácido ascórbico	mg.	20.00	2.00
Calorías	mg.	130	2.97

FUENTE: Benítez, 2008.

2.2.5. Producción nacional

El Perú es uno de los principales productores de habas a nivel mundial en producción de haba verde y de haba seca; no obstante, las exportaciones peruanas en estas dos presentaciones son poco significativas (MINAGRI, 2011).

En el entorno nacional se estudia la evolución de la producción local de haba, los precios en chacra, la estacionalidad de la cosecha, y se identifica las zonas con el mayor rendimiento y mejores perspectivas de crecimiento (INIA, 2012).

La producción nacional se puede resumir en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 03: Producción Nacional de Haba

Producción Agrícola	Total	Costa	Sierra	Selva
Cereales				
Maíz	100.0	10.5	66.3	23.2
Cebada	100.0	0.4	99.5	0.1
Trigo	100.0	1.1	98.8	0.2
Hortalizas				
Calabazas	100.0	0.0	99.5	0.4
Zapallo	100.0	29.0	55.4	15.6
Ají	100.0	9.2	15.0	75.8
Menestras				
Haba	100.0	2.4	97.2	0.4
Frijol	100.0	16.5	52.2	31.4
Arvejas	100.0	3.9	94.6	1.5
Tuberosas				
Papa	100.0	1.2	98.1	0.7
Yuca	100.0	7.6	14.6	77.7
Olluco	100.0	0.0	99.8	0.2

FUENTE: INEI – INIA, 2012

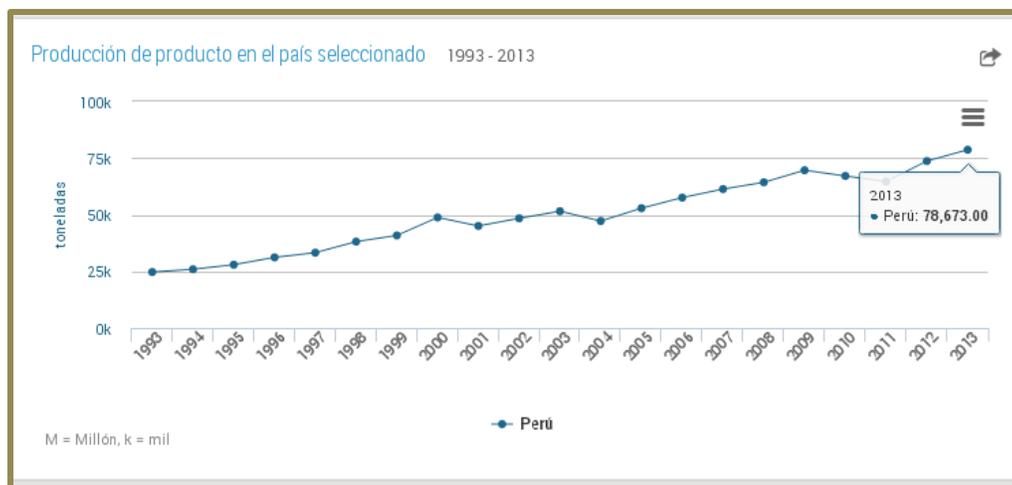


Figura N° 04: Producción de Haba 1993 - 2013

FUENTE: FAOSTAT, 2013 (accesado 21/10/15)

2.2.6. Propiedades y usos

Según los autores (Muller y Tobin, 2010), El consumo de alimentos de origen vegetal se ha asociado con la prevención de ciertas enfermedades crónicas como cataratas, enfermedades vasculares y diversos tipos de cáncer. Las habas contienen:

- Vitaminas: C, A, E, B1, B2.
- Minerales: Potasio, Fósforo, Sodio, Calcio
- Otros: anti-oxidantes, lecitina, colina, Hidratos de Carbono, Proteínas, muchas calorías, Fibra, Beta caroteno, antioxidantes.

Recomendado:

- Colesterol: absorbe la grasa depositada en las venas.
- Diurético: infusiones con sus flores.
- Alzheimer, gracias a la lecitina y a la colina.
- Depurativas: antirreumática, infusión con sus flores.
- Forúnculos, panadizos: de uso tópico, con el agua de hervir sus hojas.
- Favorece el tránsito intestinal.

Las habas son especialmente beneficiosas para mejorar los casos de anemia, colesterol, hipertensión, dietas de adelgazamiento, y en general para mantener una buena salud.

Las habas tienen índice glucémico bajo, siendo muy recomendables a las personas con diabetes o que quieras cuidar los niveles de azúcar en sangre.

Incluso las flores de las habas se usan de forma medicinal por su acción diurética y depurativa.

Su aporte en potasio hace que estas legumbres sean especialmente beneficiosas para las personas con hipertensión, mala circulación sanguínea o que padezcan de retención de líquidos.

Con el fósforo que nos aportan las habas nos ayuda a mantener un cerebro sano, también proporciona una mayor resistencia física, así como una piel, dientes y huesos fuertes.

Al igual que otras legumbres, las habas son una fuente sana y completa de proteína vegetal combinada con cereales (Kupper, 2005).

2.2.7. Alternativas de procesamiento agroindustrial

Presentaciones frecuentes en el mercado son habas tostadas envasadas en bolsas para “snack” o a granel, habas congeladas, conservas de habas con cáscara o peladas, combinadas con otras legumbres o vegetales, puré, harina, polvo para la elaboración de sopas u otros alimentos (Gisslen, 2006).

2.2.8. Contraindicaciones

La única que pudimos citar es el Fabismo (deficiencia de glucosa-6-fosfato deshidrogenasa) que es una intoxicación adquirida por algunas personas que son alérgicas a este alimento y algunas personas han resultado intoxicadas con el contacto con el polen. El fabismo es un desorden de tipo hereditario que se presenta en la población originaria de Europa del sur, África y Asia del este, que se expresa al ingerir habas, especialmente si están crudas o parcialmente cocinadas, debido a una deficiencia enzimática que impide su digestión (Florentino, 2012).

2.3. TRIGO

Trigo (*Triticum spp*) es el término que designa al conjunto de cereales, tanto cultivados como silvestres, que pertenecen al género *Triticum*; son plantas anuales de la familia de las gramíneas, ampliamente cultivadas en todo el mundo. La palabra trigo designa tanto a la planta como a sus semillas comestibles, tal como ocurre con los nombres de otros cereales (Wade, 2010).

El trigo (de color amarillo) es uno de los tres granos más ampliamente producidos globalmente, junto al maíz y el arroz, y el más ampliamente consumido por el hombre en la civilización occidental desde la antigüedad (Scade, 2008).

Las partes de la planta de trigo se pueden describir de la siguiente manera:

- **Raíz:** El trigo posee una raíz fasciculada o raíz en cabellera, es decir, con numerosas ramificaciones, las cuales alcanzan en su mayoría una profundidad de 25 cm, llegando algunas de ellas hasta un metro de profundidad.
- **Tallo:** El tallo del trigo, de tipo herbáceo, es una caña hueca con 6 nudos que se alargan hacia la parte superior, alcanzando entre 0,5 a 2 metros de altura, es poco ramificado.
- **Hojas:** Las hojas del trigo tienen una forma linear-lanceolada (alargadas, rectas y terminadas en punta) con vaina, lígula y aurículas bien definidas.
- **Inflorescencia:** La inflorescencia es una espiga compuesta por un raquis (eje escalonado) o tallo central de entrenudos cortos, sobre el cual van dispuestas de 20 a 30 espiguillas en forma alterna y laxa o compacta, llevando cada una nueve flores, la mayoría de las cuales abortan, rodeadas por glumas, glumillas o glumelas, lodículos o glomélulas (ABITRIGO, 2010).
- **Granos:** Los granos son cariósides que presentan forma ovalada con sus extremos redondeados. El germen sobresale en uno de ellos y en el otro hay un mechón de pelos finos. El resto del grano, denominado endospermo, es un depósito de alimentos para el embrión, que representa el 82% del peso del grano. El grano de trigo contiene una parte de la proteína que se llama gluten. El gluten facilita la elaboración de levaduras de alta calidad, que son necesarias en la panificación (Ruiz Camacho, 2008).



Figura N° 05: Trigo (*Triticum*spp)

FUENTE: Ruiz Camacho, 2008

2.3.1. Clasificación Taxonómica

El trigo se encuentra dentro de la siguiente clasificación taxonómica.

Cuadro N°04: Clasificación Taxonómica del Trigo

Clasificación taxonómica del Trigo	
Nombre científico	<i>Triticum</i> spp
Nombre común	Trigo
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Pooideae
Tribu	Triticeae
Genero	<i>Triticum</i> L.

FUENTE: ABRITRIGO, 2010

2.3.2. Variedades

A nivel general, el trigo se clasifica de acuerdo a la textura del endospermo, porque esta característica del grano está relacionada con su forma de fraccionarse en la molturación, la cual puede ser vítrea o harinosa, y de acuerdo a la riqueza proteica, porque las propiedades de la harina y su conveniencia para diferentes objetivos están relacionadas con esta característica. De esta manera, se pueden mencionar las variedades de trigo: aestivum (harinero), aethiopicum, araraticum, boeoticum (escaña silvestre), carthlicum, compactum (club), dicoccoides (escanda), dicoccum (farro), durum, ispahanicum, karamyshevii, macha, militinae, monococcum (escaña cultivada), polonicum (polaco), repens, spelta (espelta), sphaerococcum, timopheevii, turanicum, turgidum, urartu, vavilovii y zhukovskyi (Bogdan, 2001).

Según (Kent, 2008); De acuerdo a sus cromosomas existen las siguientes variedades de trigo:

- **Variedades diploides:** con dos grupos de cromosomas en cada célula. A esta variedad pertenecen algunas especies como la einkorn.
- **Variedades tetraploides:** con cuatro pares de cromosomas por célula. A esta variedad pertenecen algunas especies como *Triticum durum*.
- **Variedades hexaploides:** con seis pares de cromosomas en cada célula. En este grupo tenemos especies como *Triticum aestivum* o *Triticum spelta*.

De acuerdo a su utilidad tenemos:

- **Trigo blando**

La harina de trigo blando (debido a que es un tipo de grano que se rompe fácilmente) tiene un aspecto pulverulento con pequeños gránulos de bordes redondeados, de color blanco. La mezcla obtenida a partir de harina de trigo tiene una buena extensibilidad y una dureza media-baja. Se utiliza por lo general para pan y productos fermentados tales como postres

(pasteles, galletas, etc.), pizzas y para la producción de pasta fresca.

La harina de trigo blando contiene menos proteínas que la harina de trigo duro y tiene una capacidad de absorción de agua inferior a la de la harina de trigo duro (Chen, 2010).

- **Trigo duro**

Se obtiene de la primera molienda de trigo duro, un tipo de trigo que es difícil de romper de un grano grueso de color amarillo-ámbar.

Este color, que depende de la variedad de trigo utilizado, se transmite a los productos, dándoles un color más oscuro que los productos hechos con harina de trigo blando.

La mezcla obtenida a partir de trigo duro tiene, en contraste con la harina de trigo blando, una extensibilidad inferior y es adecuada tanto para la panadería (es ampliamente utilizada en la producción de pan casera e industrial) como para la producción de pasta.

La harina de trigo integral contiene más proteínas y gluten que la harina de trigo blando y tiene una capacidad mayor para absorber agua y una mayor fragmentación de los gránulos de almidón. Los productos elaborados con harina de trigo duro tienen un nivel de retención superior y un índice glucémico inferior y contienen carotenoides, pigmentos orgánicos que se pueden unir y eliminar los radicales libres (antioxidantes) (Rubén, 2002).

2.3.3. Origen y distribución geográfica

El trigo tiene sus orígenes en la antigua Mesopotamia. Las más antiguas evidencias arqueológicas del cultivo de trigo vienen de Siria, Jordania, Turquía, Israel e Irak. Hace alrededor de 8 milenios, una mutación o una hibridación ocurrió en el trigo silvestre, dando por resultado una planta tetraploide con semillas más grandes, la cual no podría haberse diseminado con el viento. Existen hallazgos de restos carbonizados de granos de trigo almidonero (*Triticumdicocoides*)⁷ y huellas de granos en barro cocido en Jarmo (Irak septentrional), que datan del año 6700 a.c. (Potter, 2005).

El mayor productor mundial de trigo fue por muchos años la Unión Soviética, la cual superaba las 100 millones de toneladas de producción anuales. Actualmente China representa la mayor producción de este cereal con unas 96 millones de toneladas (16%), seguida por la India (12%) y por Estados Unidos (9%).

A nivel mundial, el mejoramiento de las técnicas de cultivo y la selección genética (por ejemplo la creación de la variedad Norin ha conducido a un incremento considerable de su rendimiento, pasando de menos de 10 quintales/ha en 1900 a más de 25 en 1990. El rendimiento del trigo en los países de América del Sur se mantiene estable con 20 quintales/ha, y África y el Cercano Oriente con 10 quintales, Egipto y Arabia Saudita alcanzan en terrenos irrigados de 35 a 40 quintales. En Europa, los rendimientos más altos son obtenidos en cultivos intensivos. El rendimiento medio ha pasado de 30 a 60 quintales/ha durante los últimos 30 años, logrando un crecimiento medio de 1 quintal/ha/año (Forero, 2002).

El trigo puede crecer en diversidad de latitudes, climas y suelos, aunque se desarrolla mejor en zonas templadas. Debido a esto, es posible encontrar cosechas de trigo en todos los continentes.



Figura N° 06: Espigas y granos de trigo

FUENTE: Ruiz Camacho, 2008

2.3.4. 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, palmitooleico, oléico, linoléico, linoléico), 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 concentran en regiones determinadas, mientras que la proteína se encuentra por todo el grano (Norman, 2005).

A continuación se muestra la composición química del trigo:

Cuadro N° 05: Composición Química del trigo (Triticum Spp)

COMPONENTES	UNIDAD	TRIGO
Agua	%	13.0
Proteína	gr	6.80
Grasa	gr	0.70
Carbohidrato	gr	78.90
Fibra	gr	0.20
OTROS COMPONENTES		
Calcio	mg.	6.00
Fósforo	mg.	140
Hierro	mg.	0.80
Tiamina	mg.	0.12
Riboflavina	mg.	0.03
Niacina	mg.	1.50
Calorías	mg.	360
Calcio	mg.	6.00

FUENTE: Pizzinatto, 2011

2.3.5. Producción Nacional

La producción nacional de trigo es insuficiente para cubrir la demanda interna, siendo muy pequeña la producción en relación al trigo importado.

Este producto concentra alrededor de 6, 535,665 de jornales a nivel nacional, de ahí su importancia en la generación de trabajo en las zonas rurales del Perú.

La producción de trigo en el Perú al año 2012 fue de 226,135 toneladas, las importaciones se centran en dos productos: trigo duro con 173,631 toneladas y los demás trigos, excepto para siembras con 1, 522,977 toneladas. Como se aprecia existe gran diferencia con respecto al nivel de producción actual (MINAGRI, 2013).

Aun con estas cifras el Perú en cuanto a producción de trigo es deficitario y para cubrir el consumo nacional de este alimento debe importarse de los principales países productores, como Argentina, Estados Unidos y Canadá. De acuerdo con el SNI, las principales empresas importadoras fueron Alicorp S.A.A, Molinera Inca S.A., ContiLatin del Perú S.A. y Molitalia S.A., que representaron el 62.6% del volumen importado.

Estas importaciones vienen aumentando con los años, generando una dependencia cada vez mayor por este producto (SIN, 2013).

Cuadro N° 06: Superficie sembrada departamental (ha)

DEPARTAMENTO	2010-2011	2011-2012	Var %	Part. %
Piura	9,808	11,512	17.4%	7.5%
Lambayeque	1,285	1,700	32.3%	1.1%
La libertad	31,505	32,149	2.0%	21.1%
Cajamarca	30,505	31,635	4.6%	20.7%
Ancash	19,196	18,260	-4.9%	12.0%
Huánuco	11,281	12,094	7.2%	7.9%
Junín	6,792	6,729	-0.9%	4.4%
Huancavelica	4,717	4,287	-9.1%	2.8%
Arequipa	3,553	3,090	-13.0%	2.0%
Ayacucho	9,502	10,567	11.2%	6.9%
Apurímac	6,591	6,212	-5.8%	4.1%
Cusco	11,971	11,111	-7.2%	7.3%
Puno	1,519	15,72	3.5%	1.0%
Otros	1,436	1,662	15.7%	1.1%
TOTAL	149,402	152,579	2.1%	100%

FUENTE: MINAG – OEEE /2013

La evolución tanto de la superficie cosechada que ha venido creciendo anualmente a una tasa promedio en los últimos diez años de 1.1% y la producción a una tasa de 1.9%. El mayor nivel de producción se dio en el año 2009 con 226.3 miles de toneladas y la superficie cosechada fue de 158.1 miles de hectáreas (MINAGRI, 2013).

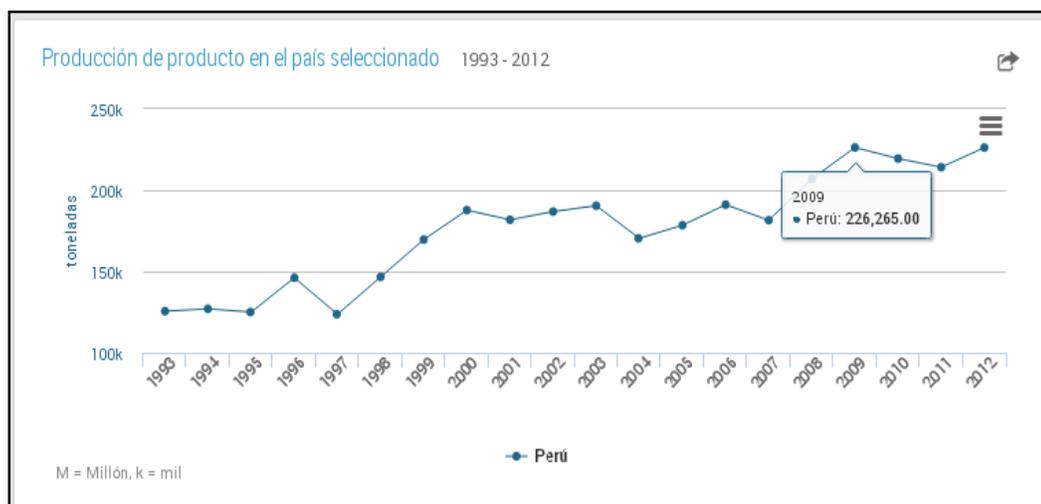


Figura N° 07: Evolución Superficie Cosechada (miles de ha)

FUENTE: FAOSTAT, 2013 (accesado 21/10/15)

2.3.6. Propiedades

Del trigo se aprovecha todo como unidad o bien por separado. Por ejemplo, la cáscara o salvado es excelente proveedor de fibra, proteínas, Vitaminas y minerales; se puede encontrar en el mercado desde casi entero hasta molido muy fino, y puede mezclarse con diversos jugos de frutas y verduras, o bien ser ingrediente de panes, cereales, pastas o galletas (Hoseney y Carl, 2008).

- **Beneficios del trigo**

Según (Kent, 2008), que entre los beneficios del trigo podemos hallar:

- Ayuda a combatir el colesterol, evitando con ello que se oxiden y bloqueen las arterias que producen enfermedades cardíacas, gracias a la vitamina E que éste contiene.
- Brinda energía al tener carbohidratos en forma de almidón, celulosa, hemicelulosas, pentosanos, dextrinas y azúcares.
- Combate el estreñimiento debido a su alto contenido en fibra.

- Es considerado antioxidante (enfrenta el ataque de radicales libres que aceleran el envejecimiento celular) por contener Vitamina E y selenio.
- Es un aliado de la belleza del cabello, uñas y piel por su aporte de Zinc y Vitaminas del grupo B.

Según el autor (Pizzinatto, 2011), destaca las cualidades brindadas por el trigo tales como:

- Estimula la agilidad Mental por tener mencionada Vitamina B12 y abundante Fósforo.
- Por su contenido de sustancias que hacen las funciones de algunas hormonas (fitoestrógenos) reduce la probabilidad de sufrir ciertos tipos de cáncer, como el de pecho, útero y próstata.
- Su contribución de Vitamina F o ácido Linoleico facilita la asimilación de grasas, azúcares y proteínas.

2.3.7. Contraindicaciones

Las principales enfermedades relacionadas con el consumo de trigo se denominan actualmente “trastornos relacionados con el gluten”. Se desaconseja utilizar el término “intolerancia al gluten” (Bousoño, 2002), por su falta de precisión. Se reconocen tres formas principales de los trastornos relacionados con el gluten:

1. la alergia al trigo, que es el trastorno menos frecuente;
2. la forma autoinmune (que incluye la enfermedad celíaca, la dermatitis herpetiforme y la ataxia por gluten); y
3. la sensibilidad al gluten no celíaca, actualmente el trastorno más frecuente relacionado con el consumo de gluten.

Aunque el trigo no es la única fuente de gluten es, con mucho, la principal de ellas (Giménez y Barro, 2013).

2.4.PANELA

La panela, raspadura, atado, chancaca, papelóno piloncillo, es un alimento cuyo único ingrediente es el jugo de la caña de azúcar. Para producirlo, el jugo de caña es cocido a altas temperaturas hasta formar una melaza bastante densa, luego se pasa a unos moldes en donde se deja secar hasta que solidifica (Reyes, 2011).



Imagen N° 08: Panela

FUENTE: FEDEPANELA, 2012

Además de su valor energético, la panela tiene otros compuestos que la hacen valiosa por su valor nutritivo, aunque en muchos países ha venido siendo desplazada por el azúcar refinado. Los mayores productores de panela o piloncillo son los países andinos y centroamericanos, la India y Pakistán.

La panela se define técnicamente como un producto derivado de la molienda de la caña de azúcar en el que se deja cristalizar toda la masa del jugo o jarabe sin proceder a refinarla, para lograr una concentración de azúcares entre 80 y 85%, compuestas de melazas y azúcar morena de granos finos cristalizados (El Economista, 2012).

2.4.1. Composición Química

A diferencia de otros edulcorantes, la panela es un alimento de altos valores nutricionales, ya que está compuesta por carbohidratos, vitaminas, proteínas, grasas, agua y minerales

que, como el calcio, el fósforo, el hierro, el sodio, el potasio y el magnesio, son muy importantes en la alimentación, en particular en la de la población infantil (Reyes, 2011).

Cuadro N° 07: Composición Química de la Panela

Componente	Unidad	Cantidad
Humedad	%	9.25
Sacarosa	%	80.276
Reductores	%	7.800
Cenizas	%	1.040
Fibra	%	0.236
Grasa	%	0.140
Proteína	%	0.740
Sodio	%	0.150
Potasio	%	0.060
Fósforo	%	0.050
Calcio	%	0.201
Magnesio	%	0.046
Hierro	%	0.011
Turbiedad	%	37.420

FUENTE: CIMPA, 2008.

2.4.2. Composición nutricional de la panela

Los principales componentes nutricionales de la panela son los azúcares (sacarosa, glucosa y fructosa), las vitaminas (A, algunas del complejo B, C, D y E), y los minerales (potasio,

calcio, fósforo, magnesio, hierro, cobre, zinc y manganeso, entre otros) (CIMPA, 2008).

- **Los azúcares:** Entre los carbohidratos, el azúcar sacarosa es el principal constituyente de la panela, con un contenido que varía entre 75 y 85% del peso seco. Por su parte, los azúcares reductores (entre 6 y 15%), poseen una disponibilidad de uso inmediato para el organismo, lo cual representa una gran ventaja energética, "estos son fácilmente metabolizados por el cuerpo, transformándose en energía necesaria requerida por nuestro cuerpo". Desde el punto de vista nutricional, el aporte energético de la panela oscila entre 310 y 350 calorías por cada 100 gramos. Adulto que ingiera 70 gramos diarios de panela (que es consumo diario por habitante a nivel nacional), obtendrá un aporte energético equivalente al 9% de sus necesidades. La inversión de la sacarosa es un proceso natural de partición de esta sustancia, del cual se origina la glucosa y la fructosa (que también se conoce como "azúcares reductores").
- **Las vitaminas:** Las vitaminas son sustancias muy importantes para el funcionamiento diario y el crecimiento del organismo, el cual no es capaz de sintetizarlas y, por tanto, debe ingerirlas de manera regular y balanceada en los alimentos. La panela aporta un conjunto de vitaminas esenciales que complementan el balance nutricional de otros alimentos.
- **Los minerales:** Los minerales que necesita el organismo juegan un importante rol en la conformación de la estructura de los huesos, de otros tejidos y de algunas secreciones del organismo como la leche. Por lo tanto, se trata de compuestos irremplazables durante el crecimiento del cuerpo. Los minerales intervienen en múltiples actividades metabólicas: activan importantes sistemas enzimáticos, controlan el pH, la neutralidad eléctrica y los gradientes de potencial electroquímico. También participan en la conformación bioquímica de algunos compuestos de gran importancia fisiológica: el cloro del ácido clorhídrico propio de la secreción gástrica, el yodo de las hormonas tiroideas, el hierro de la hemoglobina, entre otros (SECTOR PANELERO COLOMBIANO, 2007)

2.4.3. Producción Nacional

La panela o chancaca, como se le conoce en Perú, es utilizada tradicionalmente como un endulzante para postres, los famosos picarones o antiguamente en la elaboración del turrón de Doña Pepa; pero esto va mucho más allá, se trata de un alimento nutritivo con el que se podría combatir la desnutrición, pues se produce en abundancia en la región Piura. En la región Piura el sector Agricultura ha marcado la economía y la calidad de vida de muchos pobladores en diversas zonas, sobre todo en el Bajo Piura y en las localidades de la sierra, cuyos cultivos son el arroz y el algodón. Sin embargo, al transcurrir los años algunos hombres de campo cambiaron un poco la tendencia hacia cultivos orgánicos como el banano, cacao o panela, asimismo indica que hay otros lugares como San Martín y Cajamarca donde se produce (CENTRAL PIURANA DE CAFETALEROS, 2010).

Por el momento, la producción que se tiene no ayuda a cubrir toda la demanda de pedidos, sin embargo es de resaltar que ahora los agricultores venden su producción de manera segura e incluso en algunos casos se les cancela por adelantado, a diferencia de los productos que tenían antes como la chancaca o el atado de dulce con los cuales debían buscar a los compradores.

Los principales mercados internacionales de la panela son Francia, mediante la empresa Ethiquable e Italia a través de Conapi (COOPERATIVA NORANDINO, 2013).

La exportación de Azúcar de Caña, Chancaca o Panela en el primer semestre del 2015 alcanza los U\$ 1.2 millones a un precio de U\$ 1.67 kilo. Destacan las exportaciones de la Cooperativa Agraria Norandino con U\$ 1.1 millones (97% del total), y de CAES Piura con U\$ 34 mil (AGRODATAPERU, 2015).

Cuadro N° 08: Exportaciones de panela – Chancaca 2014/2015

MES	2015		
	FOB	KILOS	PREC. PROM
ENERO	117618	72000	1.63
FEBRERO	146145	88920	1.64
MARZO	205307	130500	1.57
ABRIL	231799	134097	1.73
MAYO	237600	140000	1.70
JUNIO	189600	111850	1.70
TOTALES AÑO	1128069	677367	1.67
PROMEDIO MES	94006	56447	
%CREC. PROMEDIO	-36%	-31%	-7%

FUENTE: AGRODATAPERU, 2015

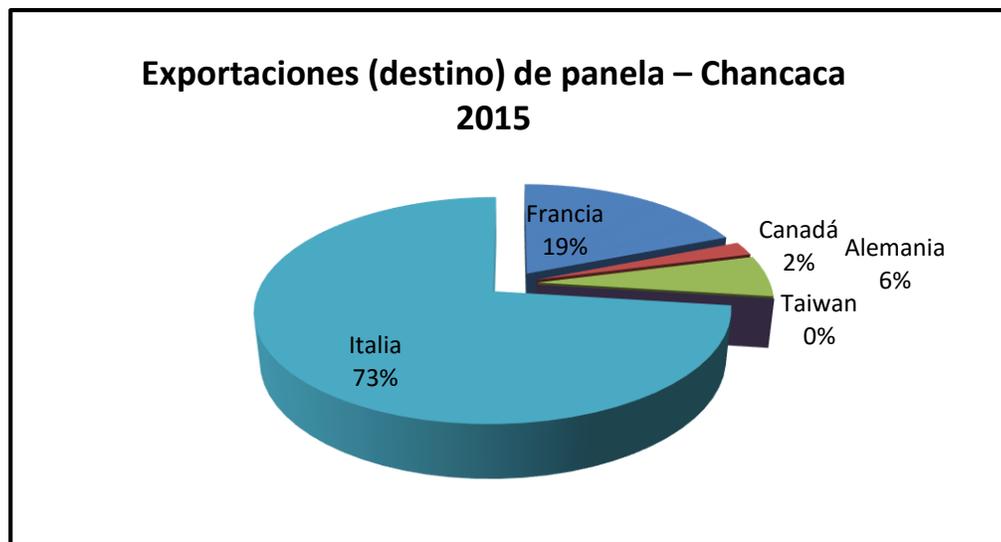


Figura N° 09: Exportaciones de Panela - 2015

FUENTE: Integral Export Peru, 2015

2.4.4. Propiedades y Usos

En India la llaman azúcar medicinal porque sirve para curar la tos, las flemas, la indigestión y el estreñimiento; además, libros antiguos hindúes dicen que sirve para purificar la sangre y para prevenir dolores reumáticos y desórdenes de la bilis (FEDEPANELA, 2012).

La panela se puede utilizar en la preparación de:

- Bebidas refrescantes
- Bebidas calientes (café, chocolate, aromático y tés).
- Conservas de frutas y verduras.
- Edulcorar jugos.
- Tortas, bizcochos, galletas y postres.
- La cocina de platos típicos.

2.5.LAS GALLETAS

Las galletas por sus características, es un alimento con un gran valor energético, que añadido a su bajo precio, se convierte en un elemento básico e insustituible en la dieta.

Este producto puede presumir de tener cuatro ventajas que pocos alimentos poseen, prolongada conservación, sabor exquisito, fácil digestión y amplia variedad (Manley, 2009).

Las galletas son productos alimenticios elaborados con una mezcla de harina, grasa comestible y agua, con adición de azúcar, aromas, huevos y especias, sometida a un proceso de amasado y posterior tratamiento térmico. Entre los principales ingredientes que se utilizan en la elaboración de galletas se encuentran la manteca vegetal y la margarina (Tejero, 2005).



Figura N° 10: Galletas

FUENTE: Rodríguez, 2008

2.5.1. Clases de Galletas

Según el autor (Manley, 2009), las galletas a base de trigo o algún sustituyente se clasifican en los siguientes tipos:

- **Tipo I.** Galletas saladas. Que tienen connotación salada
- **Tipo II.** Galletas Dulces Que tienen connotación dulce.
- **Tipo III.** Galletas wáter. Producto obtenido a partir del horneado de una masa líquida (Oblea) adicionada un relleno para formar un sándwich.
- **Tipo IV.** Galletas con relleno. A las que se le añade un relleno.
- **Tipo V.** Galletas revestidas o recubiertas Que exteriormente presentan un revestimiento o baño. Pueden ser simples o rellenas.

Las galletas se deben elaborar en condiciones sanitarias apropiadas observándose buenas prácticas de manufacturas y a partir de materias primas sanas, limpias, exentas de impurezas y en perfecto estado de conservación.

A las galletas se les puede adicionar productos tales como: azúcares naturales, sal, productos lácteos y sus derivados, lecitina, huevos, frutas, pasta o masa de cacao, grasa, aceites, levaduras y cualquier otro ingrediente apto para consumo humano.

Las galletas se deben envolver y empacar en material adecuado que no altere el producto y asegure su higiene y buena conservación. La calidad de todos los materiales que conforman el envase, como por ejemplo: tinta, pegamento, cartones, etc.; deben ser grado alimentario (Rivera, 2008).

2.5.2. Historia

Las galletas proceden de 10.000 años atrás, momento en que se descubrió que una especie en sopa de cereales, sometida a un intenso calor, adquiriría una consistencia que permitía transportarla por largas travesías sin que se deteriorara en el trayecto. Así, sirvió de alimento en la época de asirios y egipcios. La necesidad de alimentos nutritivos, fáciles de almacenar, fáciles de transportar, y de larga duración para los viajes largos, en particular para las travesías marítimas, se resolvió inicialmente mediante la adopción de alimento vivo, junto con un carnicero/cocinero. Sin embargo, esto ocupaba demasiado espacio en transportes de tracción animal o en barcos pequeños. Por ello, los primeros ejércitos recurrían a la caza y al forrajeo en sus desplazamientos (Manley, 2010).

Las galletas tienen una historia mucho más extensa de lo que podríamos pensar en un principio: desde la creación de la famosa 'María' en 1875, se han fabricado y cocinado miles de variedades de este producto. Por eso, hoy en día tenemos un grandísimo surtido para elegir nuestras favoritas, junto con otros productos del campo locales, como la carne y queso, muchas regiones del mundo tienen su propio estilo distintivo para la galleta, debido a la importancia histórica de esta forma de alimentos (Alva, 2010).

2.5.3. Industrialización

La industria de galletas y pastelería industrial nacieron en Inglaterra en 1815 fue la empresa Carr y Cía. Carlisle la que empezó a aplicar el sistema mecánico y así un desarrollo prodigioso, y llegaron casi a constituir, durante largos años un verdadero monopolio de los ingleses (Serna, 1998).

La primera empresa que mecanizó todo el sistema de producción imprimiendo a la industria un desarrollo prodigioso fue en 1817 la MACFARLANE LANG & CO. A la que siguieron en 1822 HUNTLEY & PALMER, en 1830 MC VITIE & PRICIE; 1831 CARR & CO; 1839 la Jacob & CO de ello se deduce que durante años los ingleses Ostentaron un auténtico monopolio en la industria y en su mercado, puesto que la primera fábrica en otro país se instala en Francia recién en 1849 (LEFEBRE UTILE) y en Italia la LAZZARONI en 1853 (Pomeranz, 1995).

Posteriormente impulsado por la dinámica empresarial se formaron empresas importantes las cuales me he permitido destacar en esta información dando el carácter centenario de algunas de ellas así como su presencia en el mercado mundial. La galleta de ser un elemento sustitutivo del pan pasó a poseer el protagonismo propio en la industria alimentaria. La revolución industria trajo la revolución galletera (Williamson, 2000).

2.6.MATERIAS PRIMAS DE LA GALLETA

2.6.1. Harina

La harina es el principal componente en la confección o elaboración de toda clase de artículos de pastelería y galletería, y, entre las harinas empleadas, la primordial es siempre la de trigo. La harina de trigo proviene de diversas calidades de trigo cultivado en diferentes partes del mundo. Cada clase de harina corresponde a una determinada clase de trigo, y el elemento principal e indispensable que debe tener una buena harina es un elevado porcentaje de gluten (Alva, 2010).

2.6.2. Clases de Harinas

La harina es, por supuesto, el ingrediente básico del pan; no solo por su mayoritario porcentaje en la composición sino por ser el elemento de mayor criticidad desde el punto de vista de aporte nutricional y organoléptico. No hay buen pan sin una buena harina, pero la mejor de las harinas no asegura por sí sola un pan de calidad, también condicionado a un proceso de panificación complejo y muy cuidadoso (Calvel, 2005).

Llamamos harina al producto obtenido por la molturación de los granos de cereales maduros. Básicamente se utiliza trigo para obtener harina panificable, aunque por supuesto se utilizan otros cereales tales como centeno, espelta, kamut, maíz, soja, avena, cebada, mijo, quínoa, garbanzo, triticale, etc. (Barros, 2013).

El denominador común de las harinas vegetales es el almidón, que es un carbohidrato complejo y principalmente la harina de trigo es importante por ser la harina de

panificación más empleada debido a su mayor porcentaje de proteína (gluten), básico para darle estructura al pan (Calveras, 2007).

Según el autor Barros (2013), las harinas se clasifican de acuerdo a su uso en:

- **Harina panificable.** Es la harina elaborada hasta un grado de extracción determinado, que puede ser tratada con blanqueadores y/o mejoradores, productos málticos, enzimas diastáticas, y fortificada con vitaminas y minerales.
- **Harina integral.** Es la harina obtenida de la molienda de granos limpios de trigo y que contiene todas las partes de éste, que puede ser tratada con mejoradores, productos málticos, enzimas diastáticas, y fortificada con vitaminas y minerales.
- **Harinas especiales.** Son harinas con un grado de extracción bajo, como lo permita el proceso de industrialización, cuyo destino es la fabricación de productos de pastificio, galletería y derivados de harinas auto – leudantes, que pueden ser tratadas con mejoradores, productos málticos, enzimas diastáticas y fortificada con vitaminas y minerales.
- **Harina de pastificio.** Elaborado a partir de trigos blandos aptos para estos productos, que puede ser tratada con mejoradores, productos málticos, enzimas diastáticas, y fortificada con vitaminas y minerales.
- **Harina para galletas.** Elaborados a partir de trigos blandos y suaves con otros tipos aptos para su elaboración, que puede ser tratada con mejoradores, productos málticos, enzimas diastáticas y fortificada con vitaminas y minerales.
- **Harinas auto – leudantes.** Es la que contiene agentes leudantes y que puede ser tratada con mejoradores, productos málticos, enzimas diastáticas y fortificada con vitaminas y minerales.
- **Harinas para todo uso.** Proveniente de las variedades de trigo Hard Red Spring o Norther Spring Hard Winter y trigos de otros orígenes que sean aptos para la fabricación de pan, fideos, galletas. etc.

2.6.2.1. Harina Galletera

Elaborados a partir de trigos blandos y suaves con otros tipos aptos para su elaboración, que puede ser tratada con mejoradores, productos málticos, enzimas diastáticas y fortificada con vitaminas y minerales.

En general, salvo excepciones, las harinas galleteras suelen ser flojas, con poco gluten y muy extensibles. El contenido en proteínas que tienen usualmente es del 8 a 9%, cuando el tipo de galleta a elaborar es quebradiza y semidulce, mientras que para aquellas otras galletas esponjosas y bizcochos o aquellas otras que en su formulación contienen algo de levadura prensada, el porcentaje de proteínas es de entre 9 y 10% (Barriga, 2009).

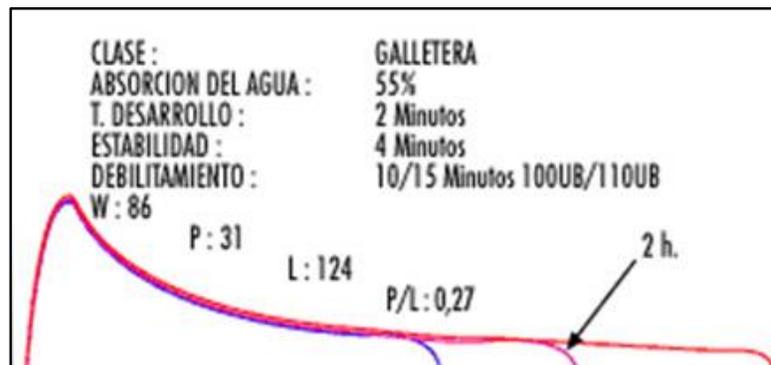


Figura N° 11: Características de la harina galletera

FUENTE: Cauvain, 2007.

Cuadro N° 09: Características de la harina galletera

Características de la harina galletera (harina suave)	
Fuerza (W)	80 – 100
Tenacidad (P)	30 – 40
Extensibilidad (L)	60 – 75
Equilibrio (P/L)	0.2 – 0.3
Porcentaje de gluten	7 – 9%
Índice de caída (I.C)	250 – 300 seg.

FUENTE: Barriga, 2009

2.6.2.2.Importancia del gluten de las harinas

El gluten está constituido principalmente por Glutenina y Gliadina, que al combinarse con el agua le dan al gluten propiedades plásticas característica, como son alta cohesividad, extensibilidad y elasticidad, que son propias de las masas para panificación.

En el horneado, el gluten es el responsable de que los gases de la fermentación se queden retenidos en el interior de la masa, haciendo que esta suba. Después de la cocción, la coagulación del gluten es responsable de que el pan no se desinfe una vez cocido (CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA MOLINERA DEL TRIGO – ESPAÑA, 2009).

2.6.3. El azúcar

Es un elemento que se encuentra mucho en la naturaleza, todos los cereales contienen azúcar así como otros diversos elementos que constituyen la alimentación del hombre.

El 70% del azúcar del mundo se produce a partir de la caña de azúcar y el restante 30% de la remolacha, pero cada día es más frecuente en platos y dulces preparados, encontrarse otros azúcares diferentes, sólo glucosa, sólo fructosa, básicamente de la planta de maíz o combinados con edulcorantes artificiales (Gianola, 2003).

El azúcar es una importante fuente de calorías en la dieta alimenticia moderna, pero es frecuentemente asociada a calorías vacías, debido a la completa ausencia de vitaminas y minerales.

En alimentos industrializados el porcentaje de azúcar puede llegar al 80 %. La Organización Mundial de la Salud recomienda que el azúcar no supere el 10% de las calorías diarias consumidas (OMS, 2015).

2.6.3.1. Tipos de azúcar

Según el autor (Rolph, 2009), el azúcar se puede clasificar por su origen (de caña de azúcar o remolacha), pero también por su grado de refinación o sus características. Normalmente, la refinación se expresa visualmente a través del color (azúcar moreno, azúcar rubio, blanco), que está dado principalmente por el porcentaje de sacarosa que contienen los cristales.

- **Azúcar blanco:** Es el azúcar con más grado de pureza con más del 99 por ciento de sacarosa. Es fruto de un proceso de refinamiento moderno.
- **Azúcar glacé:** También conocido como gass, glasé, en polvo o "lustre". Es azúcar blanco finamente molido.
- **Azúcar moreno (también llamado "azúcar prieto", "azúcar negro" o "azúcar crudo"):** se obtiene del jugo de caña de azúcar y no se somete a refinación, solo cristalizado y centrifugado. Este producto integral, debe su color a una película de melaza que envuelve cada cristal. Normalmente tiene entre 96 y 98 grados de sacarosa. Su contenido de mineral es ligeramente superior al azúcar blanco, pero muy inferior al de la melaza.
- **Azúcares líquidos:** Se obtiene disolviendo el azúcar en agua desmineralizada.²⁹
- **Terrones de azúcar:** Son de azúcar blanco o moreno y se les da esa forma mediante vapor de agua y presión.
- **Azúcar ecológico de caña integral:** se obtiene de cultivos donde se han empleado métodos ecológicos.

- **Azúcar Candy moreno:** Es azúcar moreno que se presenta en cristales de gran tamaño. Esto se obtiene alargando el proceso de cristalización durante la producción.³⁰
- **Azúcar extrafino:** es un azúcar blanco cuyos cristales han pasado por una serie de tamices para que tengan un tamaño menor del normal. Se utiliza a veces en repostería o en bebidas para que se disuelva mejor.
- **Perlas de azúcar blanco:** habituales en el norte de Europa. Es azúcar blanca que se presenta en perlas duras con forma ovalada. Se utilizan para repostería ya que en el horno no se derriten del todo y dejan una textura crujiente.

2.6.4. Manteca

Las grasas juegan un papel clave en la textura de las masas. Durante la mezcla de una masa, hay competencia por la harina de la superficie entre la fase acuosa y la grasa. La solución de agua o azúcar interactúa con el gluten (proteína) de la harina para formar una red coherente, extensible. Cuando la grasa recubre de la harina, la red es interrumpida y las propiedades comestibles después de la cocción son menos rígidas y más probable que se deshagan en la boca (Manley, 1998; Manley, 2000).

(Ahmed-Farid, 1999) afirma que la grasa contribuye a la ligereza y friabilidad de galletas y también para mejorar la expansión y el sabor. El mismo autor recomienda altos niveles de grasa en las masas para ayudar el control de la ruptura de agrietamiento, un problema importante en la producción de galleta. Si el nivel de grasa es alto, la función de lubricación de la masa es tan pronunciada que se requiere poco o nada de agua para logra la consistencia deseada, se forma poco gluten, hinchazón del y gelatinización.

También se reduce dando como resultado una textura muy suave y la ruptura de masas fácilmente cuando se tira. Cuando el nivel de azúcar es alto y la grasa se combina con la solución de jarabe, se previene a que la masa se vuelva rígida y vidriosa durante el enfriamiento (Manley, 2000).

(El-Dash, Camargo, Díaz, 1982) y (Vitti, 1988) enfatizan el efecto beneficioso de la utilización de las grasas en las masas, indicando que funciona como ablandador del gluten. Según los autores, la grasa también contribuye a mejorar el sabor y aroma, como también para mejorar la expansión y lubricar la masa de galleta

2.6.5. Los Huevos

Culturalmente, los huevos constituyen un alimento habitual en la alimentación de los humanos. Se presentan protegidos por una cáscara y son ricos en proteínas (principalmente albúmina, que es la clara o parte blanca del huevo) y lípidos.

Constituye un alimento completo y sano, de primerísima necesidad; Los huevos son utilizados en la elaboración de dulces y galletas de varias maneras, bien como huevos enteros o como yemas solas, siendo su empleo de igual manera en los batidos.

El huevo es especialmente rico en aminoácidos esenciales, ácidos grasos y algunos minerales y vitaminas necesarias en la dieta. Es también fuente de otros componentes que hoy se sabe tienen un importante papel en la salud y en la prevención de algunas de las enfermedades crónicas frecuentes en las sociedades desarrolladas. Su alta concentración en nutrientes y su bajo aporte calórico ponen de relieve su papel no solo en la dieta de la población en general, sino también (y especialmente) en la de algunos grupos con necesidades alimenticias específicas (Ortega, 2005).

- **Definición y Características Generales**

En el huevo, un 30% de su peso aproximadamente está constituido por la yema, un 60% por la clara y un 10% por la cáscara. Se considera que una ración son dos huevos medianos, con un peso total de unos 100 g de parte comestible, es decir, excluyendo la cáscara. Los componentes nutricionales están heterogéneamente repartidos, existiendo importantes diferencias entre la clara y la yema. La grasa, el colesterol y algunos micronutrientes se encuentran en la yema. La clara, sin embargo, está formada principalmente por agua (88%) y proteínas (11%), siendo la ovoalbúmina la más importante (Harper y Row, 2000).

Cuadro N° 10: Composición del huevo en base a su peso (100% en peso)

Huevo entero	100 % (en peso)
Cáscara	10.5 %
Yema	31.5 %
Clara	58.5 %

FUENTE: Harper y Row, 2000.

El huevo es una apreciable fuente de vitamina A (100 g de parte comestible aportan un 28,4% de la Cantidad Diaria Recomendada -CDR-), vitamina D (36%), vitamina E (15,8%), riboflavina (26,4%), niacina (20,6%), ácido fólico (25,6%), vitamina B12 (84%), biotina (40%), ácido pantoténico (30%), fósforo (30,9%), hierro (15,7%), cinc (20%) y selenio (18,2%) (Burley, 2003).

Cuadro N° 11: Valor nutricional del huevo por cada 100 g

VALOR NUTRICIONAL POR CADA 100 G	
Carbohidratos	0.0 g
Grasas	10.6 g
Proteínas	12.6 g
Agua	75 g
Retinol (vit. A)	140 µg (16%)
Tiamina (vit. B1)	0.66 mg (51%)
Riboflavina (vit. B2)	0.5 mg (33%)
Ácido pantoténico (vit. B5)	1.4 mg (28%)
Ácido fólico (vit. B9)	44 µg (11%)
Calcio	50 mg (5%)
Hierro	1.2 mg (10%)
Magnesio	10 mg (3%)
Fósforo	172 mg (25%)
Potasio	126 mg (3%)
Zinc	1.0 mg (10%)
Colina	225 mg
Colesterol	424 mg
Energía	155 kcal 647 kJ

FUENTE: Burley, 2003

Los huevos son una fuente barata y rica de proteínas, y en casi todas sus preparaciones son muy digestivos, también son ricos en vitaminas(aunque carecen de la vitamina C) y de minerales esenciales; Sin embargo la yema de huevo es rica también en fosfolípidos, en especial fosfatidilcolina o lecitina que por esterificación y sustitución lo limpiaría (téngase en cuenta el condicional) del muy arriesgado colesterol malo (LDL), aunque también contienen ácidos grasos y omega tres que eliminan el colesterol y, ya que éstos están en mayor medida, el riesgo no es excesivo. No es un tema que esté claro ni zanjado, como tantos otros en nutrición (Ortega, 2005).

2.6.6. La Esencia

La vainilla es una esencia saborizante elaborada usando las vainas de semillas de la orquídea *Vanilla*. Es nativa de México aunque en la actualidad está ampliamente extendida por los trópicos. Madagascar es uno de los mayores productores. Aunque se encuentran muchos compuestos en el extracto de vainilla, el responsable predominante de su característico olor y sabor es la vainillina (Manley, 2009).

Se obtiene poniendo a macerar una cantidad acorde de chauchas de vainilla (vainilla planifolia), en un frasco conteniendo un licor de fuerte graduación alcohólica, como por ejemplo "Vodka" y se deja macerar alrededor de tres meses. Luego de este proceso se obtiene una sustancia de color ámbar, de consistencia líquida, y característico aroma a vainilla (Savart, 2005).

2.7.MATERIAL DE EMBALAJE

Los productos deben estar convenientemente aislados de la humedad atmosférica, pues son higroscópicos y se reblandecen cuando absorben humedad. También deben ser protegidos de la luz fuerte, y si es posible, del oxígeno atmosférico que inducirá enranciamiento produciendo sabores desagradables. La protección del oxígeno, funcionara también como barrera contra la pérdida en el artículo, de los saborizantes volátiles. El embalaje debe proteger también contra estropicios y fracturas.

Por todo esto, los materiales utilizados en el envase deben elegirse y utilizarse con cuidado y su utilidad debe ser comprobada y vigilada continuamente por personal bien adiestrado en control de calidad (William, 2007).

Según el autor (William, 2007) Se establece la diferencia entre:

- **Envase:** es la envoltura que protege, sostiene y conserva la mercancía; está en contacto directo con el producto, puede ser rígido como cajas, botellas, frascos, blisters, o flexible como bolsas, sachets, pouches y sobres.
- **Embalaje secundario:** suelen ser cajas de diversos materiales envasa cajas de cartón ondulado de diversos modelos y muy resistentes.
- **Embalaje terciario:** es el que está destinado a soportar grandes cantidades de embalajes secundarios, a fin de que estos no se dañen o deterioren en el proceso de transporte y almacenamiento entre la fábrica y el consumidor final.

Para su descripción es conveniente agrupar estos materiales según sus funciones primordiales:

- Películas flexibles con propiedades impermeables.
- Papel, bandejas, cajas de cartón y cartón corrugado, incluidos dentro de la
- barrera impermeable del paquete.
- Cartones y cajas en el exterior de la cubierta impermeable.
- Envoltura contráctil

Para garantizar que el contenido gráfico y de texto del empaque sea de acuerdo al planeado y especificado existen soluciones que de manera automática comparan los archivos digitales contra los impresos en empaques y etiquetas. Los cambios encontrados más frecuentes son inserciones o de lesiones de texto o letras, cambios de colores, fuentes, o cambios y desplazamientos en las imágenes. Tales cambios tienen un impacto sobre la calidad y veracidad de la información, lo cual puede dañar la reputación de una compañía y suele producir pérdidas al tener que retirar el lote con dicho defecto (Stanton, 2010).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

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 EAP. Ing. Agroindustrial – Universidad Nacional del Santa.
- ❖ Laboratorio de Análisis y Composición de Productos Agroindustriales de la EAP. Ing. Agroindustrial – Universidad Nacional del Santa.
- ❖ Instalaciones del Área de Panificación de la Planta Piloto Agroindustrial - Universidad Nacional del Santa.

3.2. MATERIALES

3.2.1. Materia prima

Para la producción de las galletas fortificadas se utilizó como materia prima:

- Harina de haba
- Harina de Trigo
- Panela

3.2.2. Insumos

Para la producción de las galletas fortificadas se utilizaron los siguientes insumos:

- Azúcar
- Polvo de Hornear
- Manteca
- Esencia
- Huevos

- Leche en polvo
- Sal
- Agua
- Gas

3.2.3. Otros materiales

- Fundas plásticas
- Gas
- Materiales para prueba sensorial: cabinas de degustación, formatos, lapiceros, vasos y platos descartables.
- Mesa de acero inoxidable. Largo*ancho*altura: 2.5cm*1.0cm*1.5cm

3.2.4. Equipos y Materiales de Proceso

a) Materiales

Reactivos:

- Agua destilada
- Hidróxido de sodio
- Etanol 96%
- Ácido sulfúrico 96%
- Ácido clorhídrico, 37% (v/v)
- Hexano C₆H₁₄
- Ácido bórico 4%
- Indicador rojo de metilo

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
- Agitador de vidrio
- Probeta de 100 ml
- Cápsula de porcelana
- Papel filtro
- Crisol
- Mechero bunsen
- Campana desecadora, etc.

b) Equipos

- Balanza analítica
- Penetrómetro
- Estufa
- Mufla
- Secadora
- Horno industrial
- Cortadora divisora
- Selladora de bolsas
- Termómetro manual

Otros equipos:

- Texturómetro
- Farinógrafo
- Alveógrafo
- Reómetro

c) Materiales de oficina

- Material de escritorio
- Computadora
- Calculadora

3.3. METODOS

3.3.1. Factor en Estudio

El factor en estudio fue: **factor A**, porcentajes de adición de Harina de Haba (%). Se consideró este factor para determinar el mejor porcentaje de adición de Harina de Haba en la elaboración de galletas fortificadas. Los factores se detallan a continuación.

Factor A: % de adición de harina de haba

- A1:** 5 % Harina de haba
- A2:** 10 % Harina de haba
- A3:** 15 % Harina de haba
- A4:** 20 % Harina de haba
- A0:** TESTIGO

3.3.2. Tratamientos

Se obtuvieron los siguientes tratamientos que se detalla en el cuadro N° 12:

3.3.3. Diseño Experimental

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar, donde A representa el porcentaje de adición de harina de Haba.

Cuadro N°12: Tratamientos en Estudio.

TRATAMIENTOS	NOMENCLATURA	DESCRIPCION
T1	A1	5% de harina de haba
T2	A2	10% harina de haba
T3	A3	15% harina de haba
T4	A4	20% de harina de haba
T5	TESTIGO	100% de harina de trigo

Características del Experimento

Tratamientos: 5

Repeticiones: 3

Unidades experimentales: 15

La unidad experimental fue dada por: 60 galletas

3.3.4. Esquema del análisis de varianza

Cuadro N°13: Análisis de Varianza

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD
Total	14
Tratamientos	4
Error Experimental	10

3.3.5. Análisis Funcional

Tratamientos: Tukey al 5%

Para las variables no paramétricas se utilizó la Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

3.3.6. Caracterización de las materias primas

I. Caracterización de la Harina de Trigo

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

3.3.6.1. Composición Porcentual

Las determinaciones de 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.

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

3.3.6.3. Granulometría

Una prueba basada en tamizados sucesivos, permite separar las partes más gruesas, llamadas redondas, de las más finas, denominadas planas. Asimismo, puede utilizarse una prueba de sedimentación, basada en las velocidades de decantación de las partículas, en las que son más gruesas (y por tanto, las más pesadas) se depositan las primeras. Los resultados permiten establecer una curva de

granulación (Qualgia C. 1993).

Con los datos del tamizado se grafica en la abscisas y en la ordenada la masa de fracción “X” del cuerpo cuyas dimensiones son inferiores al valor correspondiente a la abscisa. Loncin (1965), citado por (Cáceres, *et al.* 1999).

3.3.6.4. Farinografía

Antes de analizar el farinograma se debe tener en cuenta que la calidad de la harina de trigo está definida por la cantidad y calidad de sus proteínas funcionales: la gliadina y la glutenina, estas proteínas al combinarse con el agua y recibir trabajo mecánico en el amasado forman una red viscoelástica conocida como gluten y que es característica de cada tipo de trigo (Bravo, 1999).

El farinograma mide la consistencia de la masa mediante la fuerza necesaria para mezclarla a una velocidad constante y también mide la absorción de agua necesaria para alcanzar dicha consistencia.

Para realizar el análisis se toma una pequeña cantidad de harina, se mezcla con agua y se permite que masa se desarrolle a la vez que se mide la estabilidad y tolerancia el amasado. Como una nota aparte hay que decir que este porcentaje es ligeramente superior al real debido a que los otros ingredientes influyen en la absorción final de la harina (Bravo, 1999).

3.3.6.5. Extensografía

Mide la extensibilidad de una masa y la resistencia que la misma opone durante el periodo del reposo, se utiliza exclusivamente para el trigo blando, se necesita de un análisis Farinográfico previo a una temperatura de 30°C. Elongación de la masa después de 45 minutos de reposo, la prueba se repite para 90 y 135 minutos de reposo de fermentación.

El extensograma se ha demostrado útil para estimar la calidad de la harina, revelada de modo especial por las características físicas de la masa fermentada. Otra de las ventajas de este aparato es su eficacia para poner de manifiesto el efecto de los mejorantes químicos finalidad que no está también lograda en otros aparatos.

También revela la forma en que se afectan las características de la masa durante las

distintas fases de maduración.

La determinación se realiza en el extensógrafo Brabender. La medida de la extensibilidad de una masa es tan importante como la medida de su fuerza. La masa obtenida es la que se somete a tres periodos de reposo con sus respectivos Estiramientos, lo cual nos da tres extensógrafos de 45 - 92 y 135 minutos siendo el último usado para la evaluación.

3.3.6.6.Amilografía

El amilógrafo es el instrumento estándar a nivel mundial para la medición de las propiedades de gelatinización y la actividad enzimática (α -amilasa) de la harina de trigo. Permite evaluar la calidad de la harina.

Los datos de medición del amilógrafo nos dan información fiable del comportamiento de gelatinización de una harina durante el proceso de horneado real.

II. Caracterización de la Harina de Haba

3.3.6.7.Composición Porcentual

Las determinaciones de 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.

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

3.3.6.9. Granulometría

Una prueba basada en tamizados sucesivos, permite separar las partes más gruesas, llamadas redondas, de las más finas, denominadas planas. Asimismo, puede utilizarse una prueba de sedimentación, basada en las velocidades de decantación de las partículas, en las que son más gruesas (y por tanto, las más pesadas) se depositan las primeras. Los resultados permiten establecer una curva de granulación (Qualgia C. 1993).

Con los datos del tamizado se grafica en la abscisa y en la ordenada la masa de fracción “X” del cuerpo cuyas dimensiones son inferiores al valor correspondiente a la abscisa. Loncin (1965), citado por (Cáceres, *et al.* 1999).

III. Caracterización de la Panela

3.3.6.10. Composición Porcentual

Las determinaciones de 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.

3.3.7. Computo Químico

El patrón que se utilizó para el cómputo químico de aminoácidos fue el grupo de adultos (mayores de 18 años), según FAO 2007.

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 establecido para un adulto.

El resultado se expresó de manera porcentual. El valor más bajo es el 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.

3.3.8. Producción de galletas fortificadas

3.3.8.1. Formulación

3.3.8.2. Procedimiento para la elaboración de galletas fortificadas

En la imagen 12 se muestra el diagrama de flujo utilizado para la elaboración de las galletas fortificadas usando panela como edulcorante. El procedimiento para la elaboración de las mismas estuvo descrito por las siguientes etapas:

■ Formulación de galletas a base de trigo

Tomando en cuenta la formulación de galletas formuladas por el autor Hugo López López en su informe para obtener el título de ingeniero agroindustrial (elaboración de galletas de trigo fortificadas con harina, aislado y concentrado de chocho (*Lupinus mutabilis*)).

Unidad experimental: 1000 gr.

Cuadro N°14: Formulación para la elaboración de galletas fortificadas con harina de trigo y harina de haba, utilizando panela como edulcorante.

INGREDIENTE	PORCENTAJE	CANTIDAD
Harina de trigo	100 %	1000 gr.
Manteca	75%	750 gr.
Yemas		20
Polvo de hornear	0.5%	5 gr.
Azúcar	87.5%	875 gr.
Sal	0.25%	2.5 gr.
Leche en polvo	1.25%	12.5 gr.

Fuente: Elaboración de galletas de trigo fortificadas con harina, aislado y concentrado de chocho (*Lupinus mutabilis*)/Hugo López López -2007.

Antes de elaborar las galletas fortificadas con sustitución de harina de haba se realizó un pre-test para determinar el % de panela a utilizar.

Cuadro N°15: Sustitución de azúcar por panela

TRATAMIENTO	% AZUCAR	% PANELA
T0	100	0
T1	50	50
T2	30	70
T3	0	100

Los resultados se obtuvieron a través de una evaluación sensorial la cual consistió en 30 panelistas no entrenados.

a. Recepción materia prima

Se procedió adquirir las harinas que se van a utilizar y los insumos para la elaboración y control de calidad de los ingredientes.

b. Dosificado

En esta etapa se pesan en una balanza las materias primas e insumos según las formulaciones de cada ensayo. Esta operación permitió determinar la cantidad de materia prima que ingresa; además podemos determinar el rendimiento final.

c. Cremado

Esta operación consistió en formar una emulsión de grasa (mantequilla) y edulcorante (Panela - azúcar) durante 15 minutos, luego se agregó la globulina de huevo (yema) y esencia simultáneamente homogenizando hasta que se forme la crema.

d. Mezclado

Se procedió a mezclar la harina de trigo con la harina de haba manualmente, a esta mezcla se agregó la crema hasta obtener una masa homogénea.

e. Moldeado

Se procedió a cortar en porciones de 20 g aproximadamente cada una, se dio forma redonda, las mismas se colocó en las bandejas de horneo y se dio forma plana.

f. Reposo

Una vez que la masa se encontró en las bandejas se mantuvo en reposo por 5 minutos para que actúe la levadura (Polvo de hornear).

g. Horneado

Este proceso consistió en colocar las bandejas con las porciones moldeadas de masa al horno previamente calentado a la temperatura de 150 ° C y hornear por el lapso de 15 minutos aproximadamente.

h. Enfriado

Horneado las galletas se sacó las bandejas del horno y se procedió a enfriar al medio ambiente a temperatura bajo la de horneo por un tiempo aproximado de 15 minutos.

i. Empacado y etiquetado

Las galletas frías se envasaron en fundas plásticas previamente etiquetadas con identificación.

j. Almacenamiento

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

k. Rendimiento

Esta variable se evaluó mediante un balance de materiales, se procedió a pesar al final de la elaboración de galletas la cantidad obtenida, y se comparó con el peso inicial de la mezcla de ingredientes. Esto se realizó con una balanza analítica.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{PesoFinal}}{\text{PesoInicial}} \times 100$$

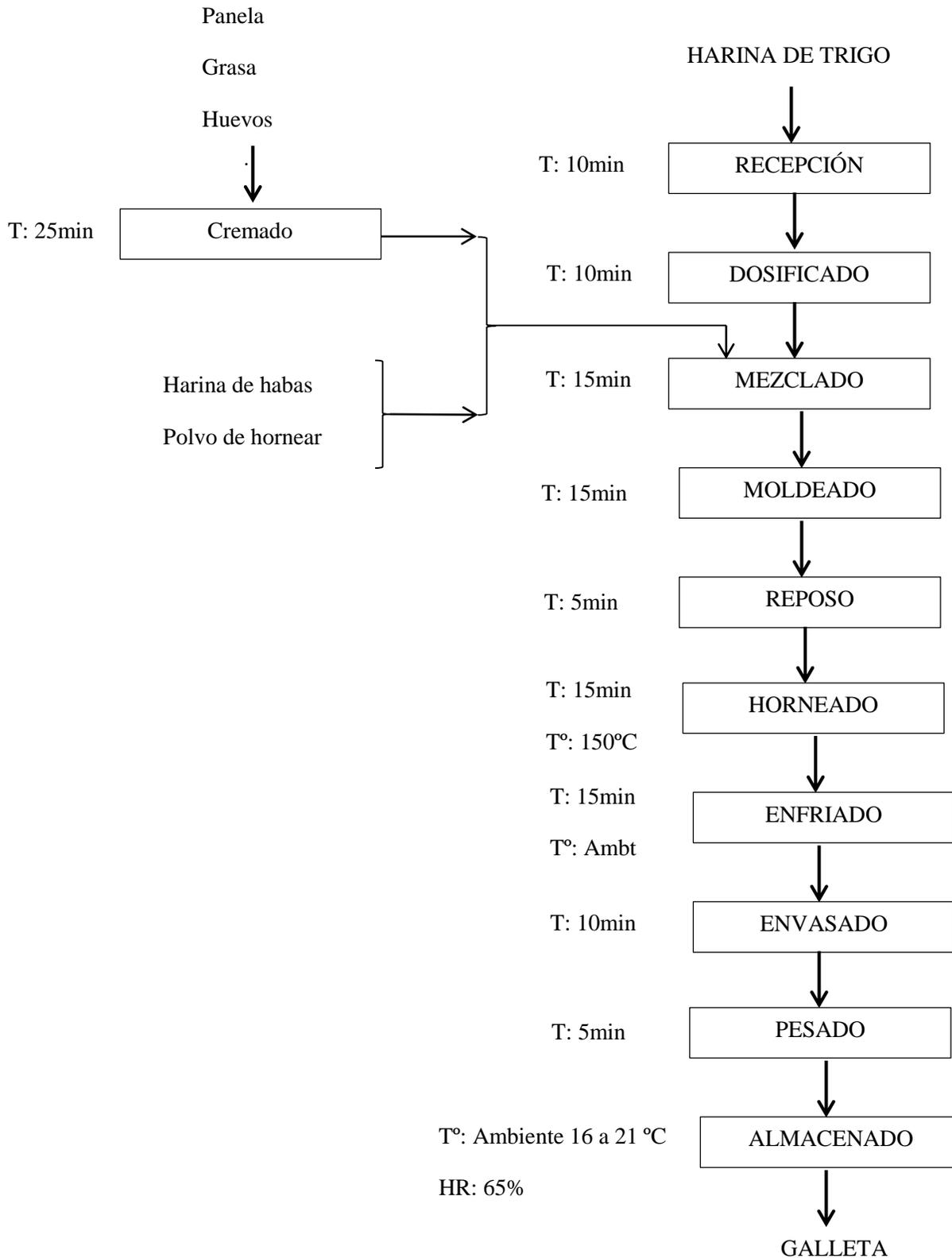


Figura N°12: Diagrama de flujo para la elaboración de galletas.

3.3.9. Evaluación de la calidad de las galletas

Las galletas fortificadas producidas fueron caracterizadas a través de los siguientes análisis:

3.3.9.1. Volumen específico

Esta variable se evaluó mediante la división del peso que tuvo la galleta para el volumen que ocupó, mediante el método de “Desplazamiento de Semillas”. El procedimiento para medir el volumen consiste en lo siguiente: se introduce la galleta en el recipiente, del cual debemos conocer el volumen inicial (V1). Se vacían las semillas de haba, se saca la galleta del recipiente y se colocan las semillas restantes en la probeta para determinar el volumen final (V2). El volumen ocupado por la galleta se obtiene por diferencia entre el volumen inicial y el final, es decir:

V1 = volumen inicial

$$\text{VolumenGalleta} = V1 - V2$$

V2 = volumen final

Una vez obtenido el peso y el volumen de la galleta se calculó el peso específico

(g/cm₃) dividiendo el peso de la galleta entre el volumen.

Pe = Peso Específico

W = Peso (g)

V = Volumen (cm₃)

$$Pe = \frac{W}{V}$$

3.3.9.2. Color de la galleta

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

El color de la galleta fue realizada por triplicado en la parte superior y 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:

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

3.3.9.3. Análisis sensorial

Fue realizado el análisis sensorial de todas las formulaciones de galletas fortificadas incluyendo la galleta patrón.

Las galletas fueran evaluadas por 30 panelistas no entrenados de ambos sexos y diferentes grupos de edad.

Las características evaluadas fueron: apariencia de la galleta, aroma, textura, sabor, olor e intención de compra.

Las muestras estuvieron codificadas con números de tres cifras. Por otro lado las fichas de evaluación sensorial fueron realizadas teniendo en cuenta una escala hedónica de 9 puntos (1= me disgusta muchísimo a 9 = me gusta muchísimo).

Los panelistas también fueron cuestionados en cuanto a la intención de compra, en caso de que el producto estuviera en venta, en una escala de 5 puntos.

La ficha utilizada para la evaluación se encuentra en el **Anexo 01**.

3.3.9.4. Humedad

Este análisis se evaluó a todos los tratamientos más el testigo y se realizaron en la Universidad Nacional del Santa. En el laboratorio de Composición y Análisis de Productos Agroindustriales.

3.3.9.5. Proteína

Este análisis se evaluó al mejor tratamiento pero solo con la elaboración del score químico de forma cualitativa.

La elaboración de galletas enriquecidas con harina de haba usando panela como edulcorante se llevó a cabo en la PLANTA PILOTO AGROINDUSTRIAL de la Universidad Nacional del Santa.

3.3.9.6. Dureza

Esta variable se midió al final de la elaboración de las galletas con un Penetrómetro, se procedió a colocar este en la corteza de la galleta lo cual dio una lectura que fue la dureza de la galleta medida en kg/cm².

3.3.9.7. Análisis estadístico

El programa estadística SPSS fue utilizado para determinar los efectos de las variables independientes, calcular los coeficientes en regresión, análisis de varianza (ANOVA) y construir las superficies de respuesta con un nivel de significancia de 5%.

IV. Caracterización de la Galleta

3.3.9.8. Composición Porcentual

Las determinaciones de 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, fibra, grasa y carbohidratos.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

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:

Cuadro N°16: Composición Porcentual (%) de la Harina de Trigo

Componentes (%)	Harina de Trigo *
Humedad	10.04 ± 0.15
Proteína	10.93
Cenizas	1.19 ± 0.035
Grasa	1.71
Fibra	1.46
Carbohidratos	74.69

* Media de 3 repeticiones

Los resultados mostrados en el **cuadro 16**, nos indican que la harina de trigo tenía un porcentaje de 10.035% Humedad y 1.195% Cenizas los cuales cumplen con la normativa del CODEX ALIMENTARIUS 152-1985. Así mismo se obtuvo un porcentaje de proteína de 10.93%, 1.71% de contenido de grasa y 1.46% de contenido de fibra.

El contenido de cenizas de trigo se encuentra principalmente en el pericarpio; así que en Harina de trigo habrá una pequeña cantidad de cenizas, lo que indica baja contaminación en el proceso de molienda (CHANG ETAL., 2006).

El contenido de carbohidratos se obtendrá por diferencia $100 - (\text{humedad} + \text{proteína} + \text{grasa} + \text{fibra} + \text{ceniza})$.

4.1.1.2. Colorimetría Harina de Trigo

Cuadro N°17: Colorimetría de la Harina de Trigo

Materia Prima	Harina de Trigo*
Luminosidad (L)	100.63 ± 0.17
a*	0.16 ± 0.009
b*	13.414 ± 0.05
Cromacidad	13.4209 ± 0.04
Angulo de Tonalidad (h)	83.875 ± 0.40

* Media de 3 repeticiones

El valor presentado de b* en el **cuadro 17** 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 rojo.

La variabilidad del color de la harina de trigo se verá afectada por variables como el genotipo de 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

Cuadro N°18: Granulometría de la Harina de Trigo

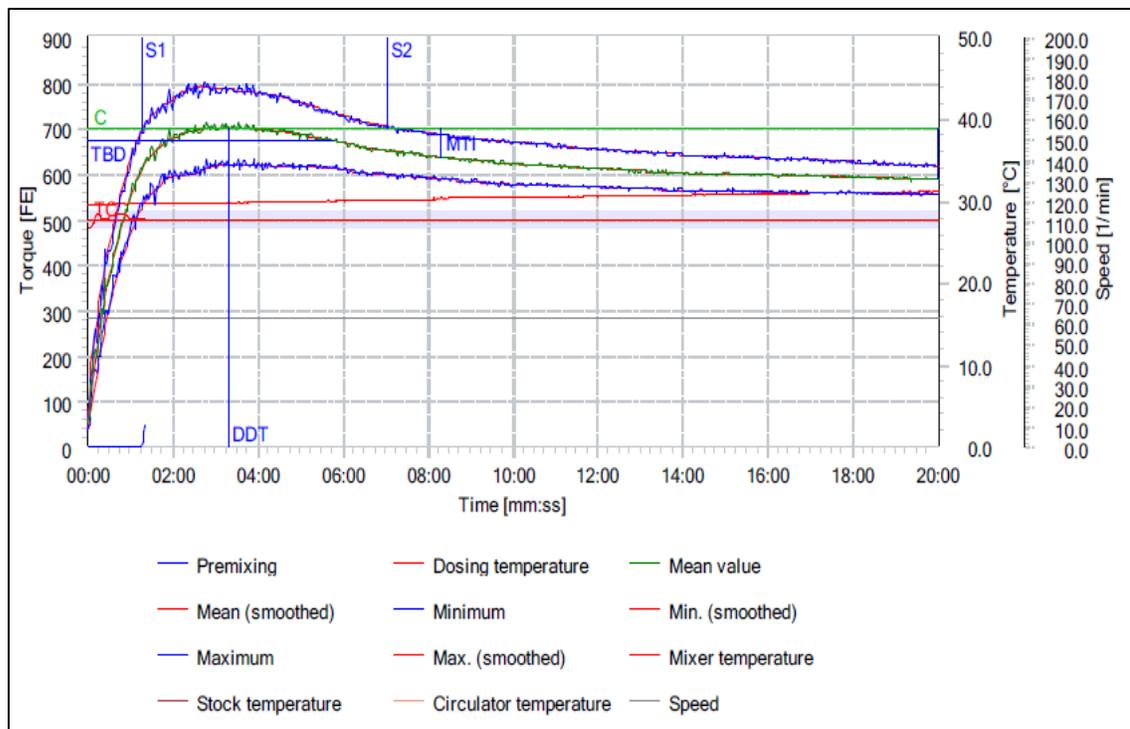
Nº MALLA	% RETENCION*
20	0.50 ± 0.006
35	0.23 ± 0.007
60	21.29 ± 0.08
80	21.65 ± 0.006
100	15.30 ± 0.06
FONDO	7.32± 0.13

* Media de 3 repeticiones

4.1.1.4. Análisis Farinográfico

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 FE), el resultado nos indica que en este caso fue de: 05:46 (mm:ss). La prueba farinográfica nos muestra que el trigo usado es de buena calidad proteica, es decir es apropiada para la elaboración de galletas fortificadas.

Figura N°13: Curva de análisis Farinográfico



- ✓ Mezcla: 300 gr
- ✓ Peso de la muestra: 299.3
- ✓ Humedad: 13.8%
- ✓ Absorción de agua: 56%
- ✓ Tiempo de medición: 20 mm:ss

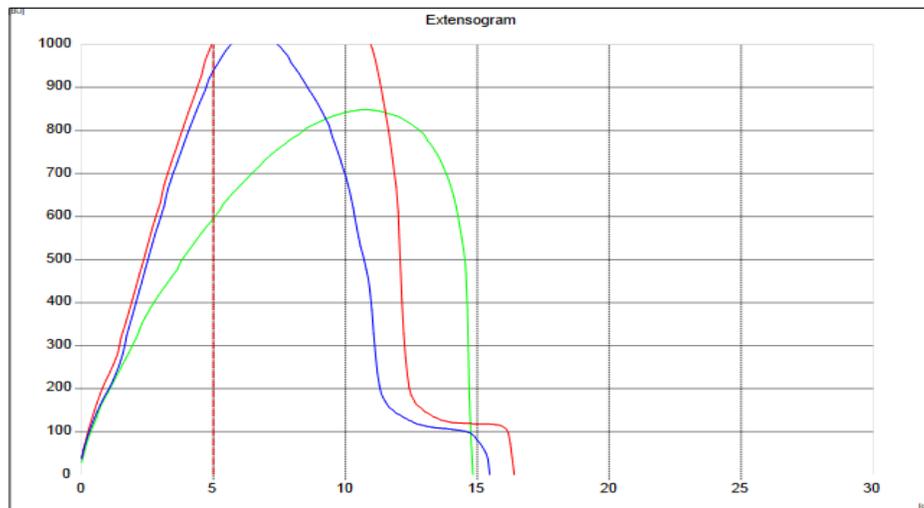
Cuadro N°19: Análisis Farinográfico

Descripción	Valor	Unidad
Tiempo de medición	20	mm:ss
Temperatura de dosificación	28.0	°C
Tiempo de desarrollo	03:20	mm:ss
Consistencia	703	FE
Estabilidad	05:46	mm:ss

4.1.1.5. Análisis Extensográfico

Con el objeto de conocer la calidad de la harina, se realizó la prueba de extensografía, comprobándose que la resistencia de la masa no fue constante con el tiempo pues en el min 90 disminuyo a 944 BU, del mismo modo la extensibilidad disminuyo en el mismo periodo de tiempo a 155 mm, comprobándose la buena calidad de la harina para la industria galletera.

Figura N°14: Curva de análisis Extensográfico



Test: C:\Users\UNS-01\Desktop\datos charo\harina de trigo dra. luz paucar.EXD

Absorción de agua: 56.0%

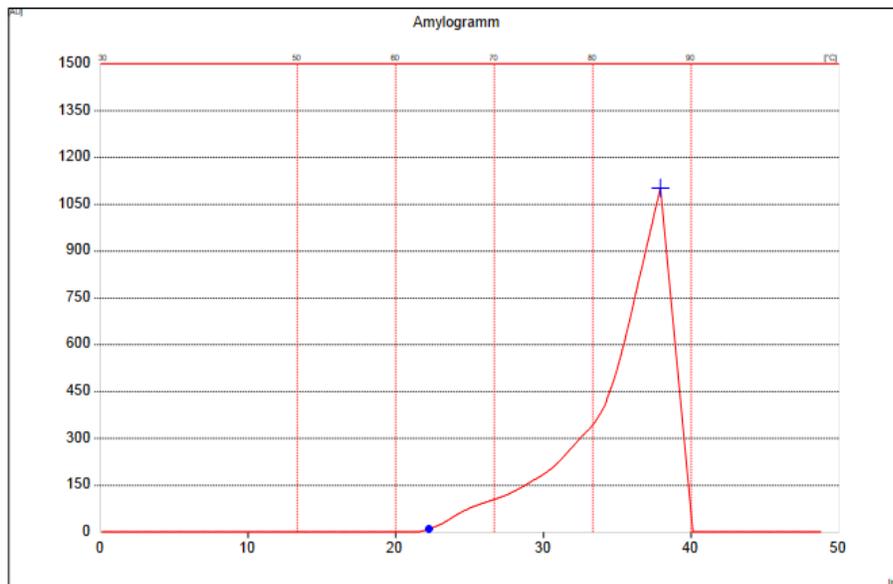
Cuadro N°20: Análisis Extensográfico

Tiempo	30	60	90
Resistencia de la Extensión (BU)	599	1016	944
Extensibilidad (mm)	148	164	155
Máximo (BU)	848	1263	1030

4.1.1.6. Análisis Amilográfico

Los resultados obtenidos del perfil amilográfico mostraron que durante la etapa de calentamiento (30 a 90 °C) se presentó un aumento gradual de la viscosidad (AU) hasta obtener el valor máximo (viscosidad máxima o pico máximo). El valor de viscosidad máxima fue de 1103AU para la muestra control.

Figura N°15: Curva de análisis amilográfico



Test: C:\Users\Public\Documents\Brabender\Pruebas\ensayo 1 - trigo.AMD

Cuadro N°21: Análisis Amilográfico

DESCRIPCION	VALOR	UNIDAD
Humedad	11.7	%
Velocidad de calentamiento	11.7	%
Tª inicial de gelatinización	63.4	ªC
Tª de gelatinización	86.9	ªC
Viscosidad	1103	AU

4.1.2. Caracterización de la Harina de Haba

4.1.2.1. Composición Porcentual

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

Cuadro N°22: Composición Porcentual (%) de la Harina de Haba

Componentes (%)	Harina de Haba*
Humedad	6.29 ± 0.15
Proteína *	23.77
Cenizas	3.42± 0.035
Grasa *	1.82
Fibra*	1.42
Carbohidratos	63.281

* Media de 3 repeticiones

Los resultados mostrados en el **cuadro 22**, nos indican que la harina de haba tenía un porcentaje de 6.284% Humedad y 3.425% Cenizas los cuales cumplen con la normativa del CODEX ALIMENTARIUS 152-1985.

Así mismo se obtuvo un porcentaje de proteína 23.77%, 1.82% de contenido de grasa y por ultimo 1.42% de fibra.

El contenido de carbohidratos se obtendrá por diferencia $100 - (\text{humedad} + \text{proteína} + \text{grasa} + \text{fibra} + \text{ceniza})$.

4.1.2.2. Colorimetría Harina de Haba

Cuadro N°23: Colorimetría de la Harina de Haba

Materia Prima	Harina de Haba*
Luminosidad (L)	95.98 ± 0.17
A	0.89 ± 0.009
B	21.67 ± 0.05
Cromacidad	21.688 ± 0.04
Angulo de Tonalidad (h)	81.805 ± 0.40

* Media de 3 repeticiones

El valor presentado de b^* en el **cuadro 23** 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.

4.1.2.3. Granulometría

Cuadro N°24: Granulometría de la Harina de Haba

N° MALLA	% RETENCION*
30	0.09 ± 0.078
40	0.19 ± 0.015
50	0.88 ± 0.135
60	0.90 ± 0.095
80	4.15 ± 0.0938
100	5.94 ± 0.8831
FONDO	7.58 ± 0.05

* Media de 3 repeticiones

4.1.3. Caracterización de la Panela

4.1.3.1. Composición Porcentual

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

Cuadro N°25: Composición Porcentual (%) de la Panela

Componentes (%)	Panela*
Humedad	9.30 ± 0.15
Proteína *	0.60
Cenizas	1.22 ± 0.036
Grasa *	0.14
Fibra*	0.15
Carbohidratos	88.59

*Media de 3 repeticiones

Los resultados mostrados en el **cuadro 25**, nos indican que la harina de haba tenía un porcentaje de 9.31% Humedad y 1.22% Cenizas los cuales cumplen con la normativa del CODEX ALIMENTARIUS 152-1985. Así mismo se obtuvo un porcentaje de proteína 0.60%, 0.14% de contenido de grasa y por último 0.15% de fibra.

4.1.4. Caracterización de la Galleta

■ Sustitución parcial de azúcar por panela (Pre- test)

Tomando en consideración la formulación antes mencionada procedimos a modificarla en la adición de panela como sustituyente del azúcar en los porcentajes siguientes: 100%, 70% y 50%.

Unidad experimental: 1000 gr.

Cuadro N°26: Pre test Azúcar por Panela

INGREDIENTE	PORCENTAJE	CANTIDAD
Panela	100%	875 gr.
<i>Panela</i>	<i>70%</i>	<i>612.5 gr.</i>
Panela	50%	437.5 gr

Según pruebas sensoriales se determinó que el porcentaje de sustitución más aceptado por el público es de 70% por lo tanto para todas las siguientes formulaciones de sustitución de harina se tendrá en cuenta el mencionado pre- test.

Para 1000 gr. se tiene:

Cuadro N°27: Sustitución de Azúcar por Panela

Para 875 gr. de azúcar		
Sustitución de azúcar por panela al 70%		
Panela	70%	612.5 gr.
azúcar	30%	262.5gr.

4.1.4.1. Composición Porcentual

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

Cuadro N°28: Composición Porcentual (%) de la Galleta (T₀ y T₄)

Componentes (%)	T ₀ *	T ₄ *
Humedad	1.837 ± 0.05	0.824 ± 0.08
Proteína *	6.68	7.30
Cenizas	2.04 ± 0.02	1.38 ± 0.07
Grasa *	19.94	21.27
Fibra *	0.61	0.70
Carbohidratos	68.894	68.515

* Media de 3 repeticiones

Los resultados mostrados en el **cuadro 28**, nos indican que la galleta patrón (T₀) tenía un porcentaje de 1.836% Humedad y 2.04% Cenizas mientras que la galleta (T₄) con la mejor sustitución (20% de harina de haba) presento 0.825% de humedad y 1.39% de ceniza los cuales cumplen con la Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería. Así mismo se obtuvo un porcentaje de proteína para la galleta patrón (T₀) de 6.68%, 19.94% de contenido de grasa y 0.61% de contenido de fibra. Mientras que en el caso de la galleta (T₄) con mejor sustitución (20% harina de haba) fue: 7.30% proteína, 21.27% grasa y 0.70% de contenido de fibra. El contenido de carbohidratos se obtendrá por diferencia 100 - (humedad + proteína + grasa + fibra + ceniza).

4.2. Score Químico

Cuadro N°29: Computo Químico de los Ensayos del Planteamiento Experimental

		T0	T1	T2	T3	T4	Patrón de aminoácidos (mg/g proteína)*
FORMULACIONES (%)	HARINA DE TRIGO (%)	100	95	90	85	80	
	HARINA DE HABA (%)	0	5	10	15	20	
SCORE QUÍMICO (%)	Isoleucina	117	118	118	119	120	30
	Leucina	120	120	120	120	120	59
	Lisina	69	73	76	80	84	45
	Metionina + Cistina	195	187	179	171	163	22
	Fenilalanina + Tirosina	211	206	201	196	191	38
	Treonina	135	135	136	137	137	23
	Triptófano	200	199	198	198	197	6
	Valina	121	116	112	108	104	39

*FUENTE: WHO/FAO/UNU, 2007

4.3. Evaluación de la calidad de las galletas

4.3.1. Volumen específico

Terminado el proceso de elaboración de los productos se procedió recolectar los datos mediante el método de “Desplazamiento de Semillas” y su calculó aplicando la formula correspondiente a la variable.

A continuación se detalla los valores del Peso Específico (g/cm³) para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

Cuadro N°30: Volumen Específico

TRATAMIENTOS	PESO ESPECIFICO(g/cm ³)			Σ	X
	1	2	3		
T ₁	0.63	0.68	0.67	1.61	0.66
T ₂	0.58	0.59	0.58	1.59	0.58
T ₃	0.53	0.54	0.55	1.58	0.54
T ₄	0.47	0.48	0.46	1.47	0.47
TESTIGO	0.70	0.78	0.75	1.65	0.74

Cuadro N° 31: Análisis de varianza para la variable Volumen Específico (g/cm³)

F .d, V	GL	SC	CM	FC	FT
					5%
TOTAL	14	0.097			
Tratamientos	4	0.035	0.009	1.387	0.306
E. Experimental	10	0.062	0.006		

CV = 12.5%

Realizado el análisis de varianza para la variable volumen específico (g/cm^3), se detectó que para el % de adición de harina de haba presentó de manera significativa diferencia entre los promedios de los niveles de peso específico.

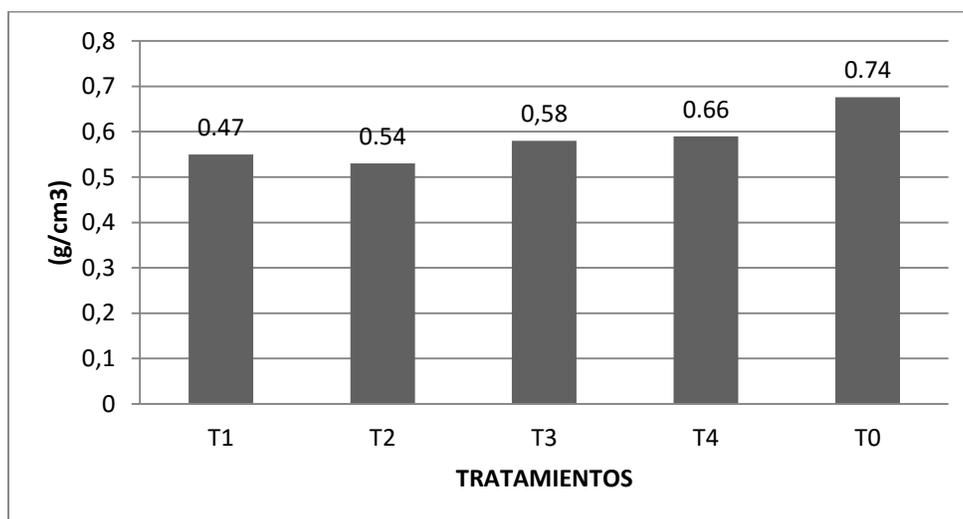
Al existir diferencia significativa, se realizó las respectivas pruebas de significación Tukey para tratamientos.

Cuadro N° 32: Prueba de Tuckey al 5 % para Tratamientos

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
T2	3	0.53
T1	3	0.55
T3	3	0.58
T4	3	0.59
TESTIGO	3	0.67

Realizada la prueba de Tukey al 5 % para tratamientos se pudo observar que T4 ocupa el primer lugar a comparación de los demás tratamientos, determinándose que la mezcla (20 % de harina de haba), es la combinación que permitió obtener una galleta más densa influenciada por la adición de harina de haba y panela, conforme se observa en el **cuadro 32**.

Figura N°16: Representación de la variable Volumen específico (g/cm^3)



En la **figura 16** se aprecia que el tratamiento con mayor Volumen Específico fue T₄ (20 % de harina de haba), esto se debe a que el porcentaje de harina de haba influye en la variación del Volumen Específico.

Este comportamiento se debió a que la harina de haba carece de gluten y no permitió que la masa se esponje, esto hizo que sean más compactas, debido a que no existen muchas cavidades producidas por el CO₂, dando así un valor de volumen específico alto.

4.3.2. Dureza

En el siguiente cuadro se indica los valores de dureza con sus respectivas repeticiones, los cuales fueron obtenidos mediante la medición con el penetrómetro.

Cuadro N°33: Dureza

TRATAMIENTOS	Dureza (mJ)			Σ	X
	1	2	3		
T ₁	63.41	63.67	62.42	189.50	63.17
T ₂	73.49	73.28	75.39	222.16	74.05
T ₃	74.21	76.39	75.35	225.95	75.32
T ₄	88.18	100.04	95.38	283.60	94.53
TESTIGO	55.91	55.85	60.03	171.79	57.26

Cuadro N°34: Análisis de varianza para la variable Dureza (mJ)

F .d, V	GL	SC	CM	FC	FT
					5%
TOTAL	14	2532,065			
Tratamientos	4	2443,2274	610,806	68,754	0.000
E. Experimental	10	88,838	8,883		

CV = 5.65 %

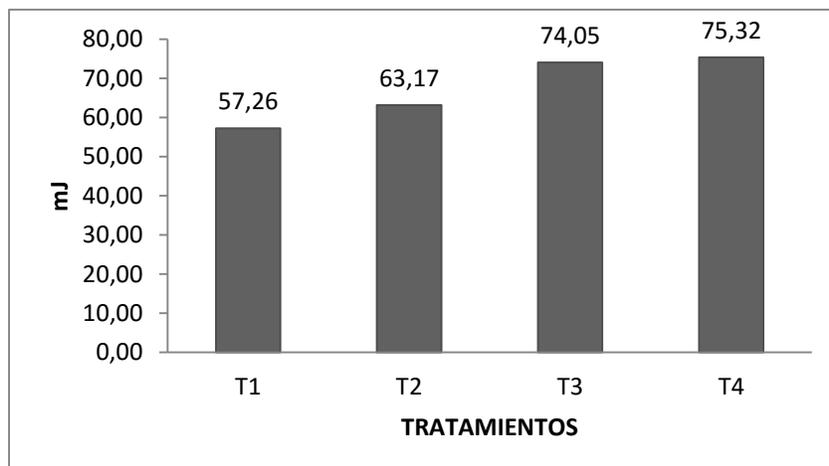
El análisis de varianza correspondiente a la dureza (mJ) indica que existió diferencia muy significativa para el % de adición de harina de haba), Al observar diferencia estadística se procedió a realizar las respectivas pruebas de significación, Tuckey parar tratamientos.

Cuadro N°35: Prueba de Tuckey al 5 % para Tratamientos

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T1	3	57.26		
T2	3	63.13		
T3	3		74.05	
T4	3		75.32	
TESTIGO	3			94.53

El **cuadro 35** indica los resultados de la prueba de Tuckey al 5% para tratamientos donde T4 (20% de harina de haba), obtuvo la dureza apropiada para ser considerado como la mejor combinación a comparación del testigo y el resto. Sin embargo hay que tomar en cuenta que el tratamiento T3, se comporta de igual manera al ubicarse en el mismo subconjunto; por lo que se considera que los tratamientos antes mencionados estadísticamente son similares.

Figura N°17: Representación de la variable Dureza (mJ)



En la **figura 17** se indica que el tratamiento con un apropiado valor de dureza es T4 (20 % de harina de haba). Dicho valor de dureza se atribuye a que la harina de haba no posee gluten, esto ayudó a que la masa para galletas tenga una textura adecuada, permitiendo que en el horneado las galletas mantengan dicha textura, lo que quiere decir que conforme se incrementa el porcentaje de harina de haba y en combinación con panela en el experimento, se obtiene la mejor dureza.

La dureza también se ve influenciada por la adición de azúcar o la ausencia de esta, ya que el azúcar aporta mayor fluidez a la masa (Singh et al.,) y al cristalizar el azúcar con el calor evita que salga el aire producto de la evaporación durante el horneado además incrementa la longitud de las galletas y contribuye al incremento del espesor. (Doescher et al.,)

Dado que todos los tratamientos se elaboraron a partir de un solo porcentaje de azúcar y panela se puede concluir que el tratamiento testigo presentó una mayor resistencia debido a que la harina utilizada es una harina blanda (bajo contenido de gluten) por lo tanto la extensión de la masa sería mínima por lo que al no adicionar azúcar al 100% se formarían galletas más compactas al igual que aquellas que tenían sustitución de harina de haba, además que todas las galletas presentaban diferencias mínimas en el espesor.

4.3.3. Rendimiento

En el **cuadro 36** se indica los valores de la variable rendimiento para cada tratamiento y sus respectivas repeticiones, los mismos se lograron obtener mediante un pesado de cada unidad experimental y analizados estadísticamente con la respectiva fórmula definida para la variable.

Cuadro N°36: Rendimiento

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO (%)			Σ	X
	1	2	3		
T1	77.4	77.95	77.01	232.36	77.45
T2	78.68	79.2	79.25	237.13	79.04
T3	79.5	77.09	79.59	236.18	78.26
T4	76.96	79.15	79.16	233.27	79.08
TESTIGO	79.75	76.59	80.90	237.24	79.08

Cuadro N°37: Análisis de varianza para la variable Rendimiento (%)

F .d, V	GL	SC	CM	FC	FT
					5%
TOTAL	14	51,405			
Tratamientos	4	6,259	1,5648	0,346	0,840
E. Experimental	10	45,146	4,514		

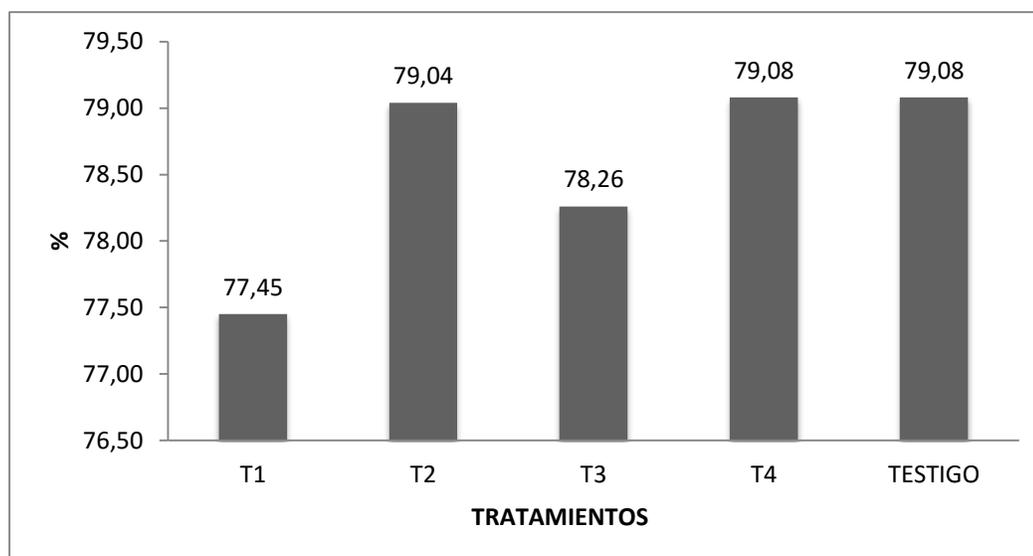
CV = 2.28%

Cuadro N°38. Prueba de Tuckey al 5 % para Tratamientos

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
T1	3	77,45
T3	3	78,26
T2	3	79,04
TESTIGO	3	79,08
T0	3	79,08

Realizado el análisis de varianza correspondiente para la variable rendimiento se observó que todos los tratamientos se comportaron de manera estadísticamente diferentes al Testigo, por lo tanto los promedio de los niveles de la variable en cuestión son diferentes de manera significativa.

Figura N°18: Representación de la variable Rendimiento



En la **figura 18** podemos ver que los tratamientos que mejor resultado tuvieron fueron T₄ (20 % de harina de haba) y T₂ (10 % de harina de haba).

Cabe destacar que todos los tratamientos demuestran que están por debajo del tratamiento referencial (testigo), dicho comportamiento se atribuye a la falta de gluten en la harina de haba, el mismo que es el responsable directo en el rendimiento, lo que hace que el tratamiento testigo que está elaborado con 100% harina de trigo supera ligeramente a los demás.

4.3.4. Humedad

Los datos obtenidos para la humedad se describen en la siguiente la tabla y se elaboró el gráfico que tenemos a continuación.

Cuadro N°39: Humedad

TRATAMIENTOS	HUMEDAD (%)			Σ	X
	1	2	3		
T1	3.96	3.90	3.73	11.59	3.86
T2	3.19	2.92	3.21	9.32	3.11
T3	3.94	3.89	3.80	11.63	3.88
T4	3.92	3.70	3.83	11.45	3.82
TESTIGO	3.82	2.35	4.33	10.50	3.50

Cuadro N°40: Análisis de varianza para la variable Humedad (%)

F .d, V	GL	SC	CM	FC	FT
					5%
TOTAL	14	4,193			
Tratamientos	4	4,078	1,019	88,552	0,000
E. Experimental	10	0,115	0,012		

CV = 4.52%

Realizado el análisis de varianza para la variable Humedad (%), se detectó que para los tratamientos con % de sustitución de harina de haba presentaron diferencia estadística muy significativa.

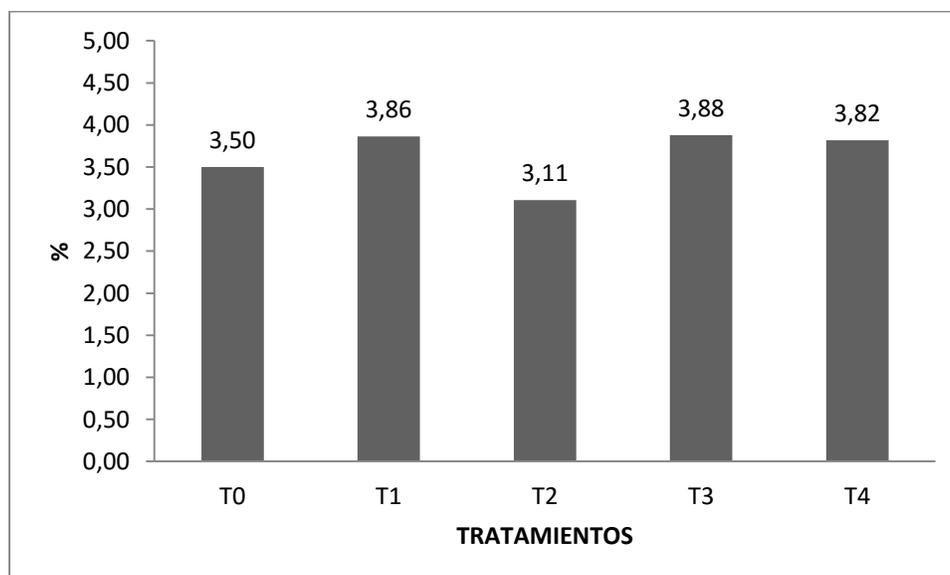
Al existir diferencia significativa, se realizó las respectivas pruebas de significación Tukey para tratamientos.

Cuadro N° 41: Prueba de Tuckey al 5 % para Tratamientos

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T2	3	3,11		
T4	3		3,82	
T1	3		3,86	
T3	3		3,88	
TESTIGO	3			3,50

Según los resultados obtenidos con el análisis de varianza se puede observar que todos los tratamientos presentan porcentajes de humedad por debajo de la humedad máxima permitida para galletas, lo cual nos muestra que entre los tratamientos T4, T1 y T3 la variación de la humedad es mínima por estar en el mismo subconjunto, lo que muestra en este caso que el tratamiento T4 presentó menos porcentaje de humedad en comparación con los otros tratamientos ya mencionados.

Figura N°19: Análisis de Humedad.



En la **figura 19** podemos observar que los tratamientos T1, T3 y T4 presentan porcentajes por encima del testigo; siendo el tratamiento T4 el que presento menos porcentaje a comparación de los otros sin embargo se encuentran dentro de los requisitos de humedad dictados por la norma **NTE INEN 2085:96**. Que menciona que la humedad máxima debe ser 6%.

4.3.5. Cenizas

Los datos obtenidos para cenizas se describen en la siguiente la tabla y se elaboró el gráfico que tenemos a continuación.

Cuadro N°42: Cenizas

TRATAMIENTOS	CENIZAS (%)			Σ	X
	1	2	3		
T1	1.38	1.44	1.33	4.15	1.38
T2	1.06	1.10	0.99	3.15	1.05
T3	1.11	1.06	1.16	3.32	1.22
T4	1.38	1.44	1.33	4.15	1.38
TESTIGO	1.22	1.26	1.20	3.67	1.11

Cuadro N° 43: Análisis de varianza para la variable Cenizas (%)

F.d, V	GL	SC	CM	FC	FT
					5%
TOTAL	14	1,975			
Tratamientos	4	1,945	0,486	162,882	0,000
E. Experimental	10	0,030	0,003		

CV = 3.86%

Realizado el análisis de varianza para la variable Cenizas (%), se detectó que para los tratamientos con % de sustitución de harina de haba presentaron diferencia estadística muy significativa.

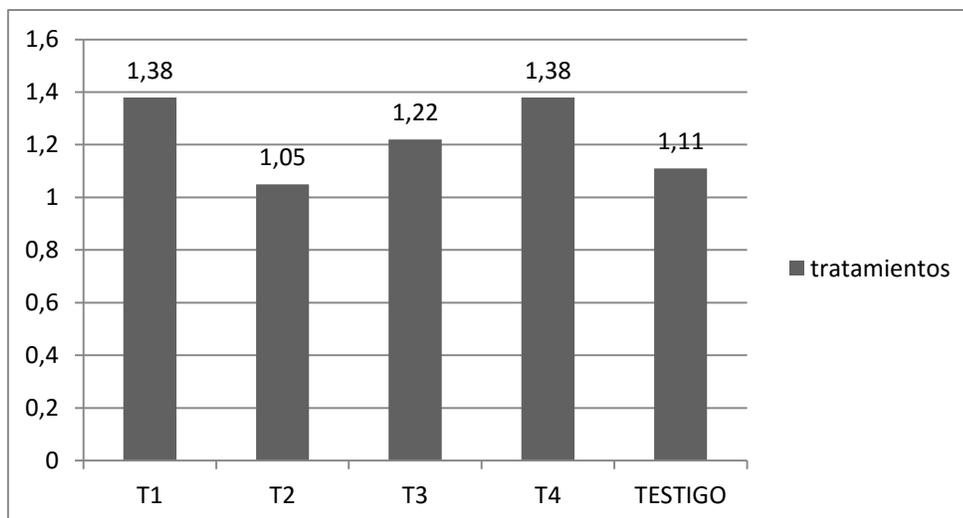
Al existir diferencia significativa, se realizó las respectivas pruebas de significación Tukey para tratamientos.

Cuadro N° 44: Prueba de Tuckey al 5 % para Tratamientos

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T2	3	1,05			
T3	3	1,11	1,11		
T1	3		1,22		
T4	3			1,38	
TESTIGO	3				2,04

El **cuadro 44** indica los resultados de la prueba de Tuckey al 5% para tratamientos donde T4 (20% de harina de haba), obtuvo el % de cenizas apropiado para ser considerado como la mejor combinación a comparación del testigo.

Figura N°20: Análisis de Cenizas



En la **figura 20** podemos observar que los tratamientos obtenidos, se encuentran dentro de los requisitos de cenizas dictados por la norma NTE INEN 2085:96. Que menciona que el % de cenizas para galletas no debe exceder el 3%.

4.3.6. Análisis organoléptico

El análisis sensorial consistió en evaluar las características de un producto. En nuestra investigación las características evaluadas fueron: Olor, Color, Sabor y Textura. Para realizar el análisis organoléptico se utilizó la Prueba de Kolmogorov-Smirnov, que es la herramienta no paramétrica que más se ajusta a lo requerido.

El panel de degustadores estuvo formado por 30 personas mismas que analizaron las características antes mencionadas del producto terminado.

4.3.6.1. Color.

El color es una característica que define directamente la aceptación del producto, por lo que en nuestra investigación este debió ser uniforme, de color dorado característico de una galleta recién horneada sin presentar partes de color marrón demasiado oscuro o quemado.

Cuadro N°45: Análisis de varianza para la variable Color (%)

F .d, V	GL	SC	CM	FC	FT
					5%
TOTAL	149	276,060			
Tratamientos	4	23,027	5,757	3,299	0,013
E. Experimental	145	253,033	1,745		

CV = 18.36%

Realizado el análisis de varianza para la variable Color (%), se detectó que para los tratamientos con % de sustitución de harina de haba presentaron diferencia estadística de manera significativa.

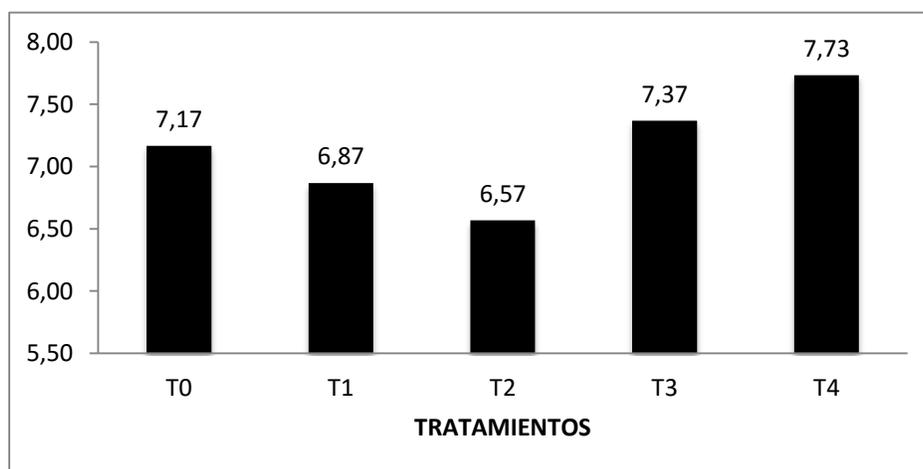
Al existir diferencia significativa, se realizó las respectivas pruebas de significación Tukey para tratamientos.

Cuadro N° 46: Prueba de Tuckey al 5 % para Tratamientos

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T2	30	6,57	
T1	30	6,87	6,87
TESTIGO	30	7,17	7,17
T3	30	7,43	7,43
T4	30		7,67

Realizada la prueba de Tukey al 5 % para tratamientos se pudo observar que T4 ocupa el mayor rango, determinándose que la mezcla (20% de harina de haba), es la combinación que permitió obtener una galleta que proporciona la máxima aceptación del color por parte de los panelistas, conforme se observa en el **cuadro 46**.

Figura N°21: Color



En la **figura 21** se presenta a los tratamientos que obtuvieron mejores resultados en lo que respecta al color y estos fueron T₄ (20 % de harina de haba) y T₃ (15 % harina de haba). Por efecto de la adición de la panela en la elaboración de las galletas, se obtuvo colores oscuros en el producto final, denotando una gran diferencia en los que presentaban panela y los que estaban elaborados solamente con azúcar que fueron más claros.

4.3.6.2. Olor

De las sensaciones, el olor es el principal determinante del sabor de un alimento. Es una característica muy atrayente de un producto por lo cual no debe ser de desagrado.

Cuadro N° 47: Análisis de varianza para la variable Olor (%)

F .d, V	GL	SC	CM	FC	FT
					5%
TOTAL	149	299,360			
Tratamientos	4	111,093	27,773	21,391	0,000
E. Experimental	145	188,267	1,298		

$$CV = 16.62\%$$

Realizado el análisis de varianza para la variable Olor (%), se detectó que para los tratamientos con % de sustitución de harina de haba presentaron diferencia estadística de manera muy significativa.

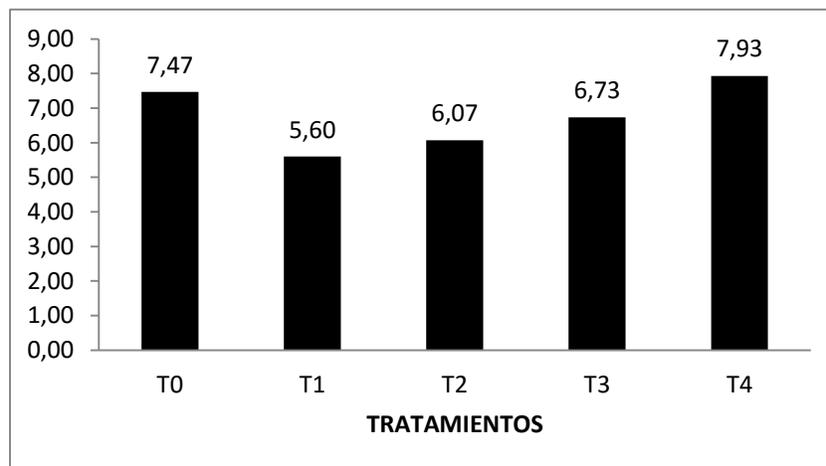
Al existir diferencia significativa, se realizó las respectivas pruebas de significación Tukey para tratamientos.

Cuadro N° 48: Prueba de Tuckey al 5 % para Tratamientos

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T1	30	5,60			
T2	30	6,07	6,07		
T3	30		6,73	6,73	
TESTIGO	30			7,47	7,47
T4	30				7,93

Realizada la prueba de Tukey al 5 % para tratamientos se pudo observar que T4 ocupa el mayor rango, determinándose que la mezcla (20 % de harina de haba), es la combinación que permitió obtener una galleta con mejor aroma característico debido a la adición de harina de haba y panela, conforme se observa en el **cuadro 48**.

Figura N°22: Olor



Los resultados obtenidos en la **figura 22** para la variable olor nos indica que, T₂ (10 % de harina de haba), T₃ (15 % de harina de haba) y T₄ (20 % de harina de haba), presentaron mayor aceptabilidad por parte de los catadores.

En nuestro producto el olor fue típico de una galleta recién horneada por lo cual no presento variación en los catadores.

4.3.6.3. Sabor

El sabor es la impresión que causa un alimento u otra sustancia, y está determinado principalmente por sensaciones químicas en el órgano del gusto y es la sensación agradable la que definió si el producto es o no aceptable.

Cuadro N° 49: Análisis de varianza para la variable Sabor (%)

F .d, V	GL	SC	CM	FC	FT
					5%
TOTAL	149	211,333			
Tratamientos	4	22,067	5,517	4,226	0,003
E. Experimental	145	189,267	1,305		

CV = 15.59%

Realizado el análisis de varianza para la variable Sabor (%), se detectó que para los tratamientos con % de sustitución de harina de haba presentaron diferencia estadística de manera significativa.

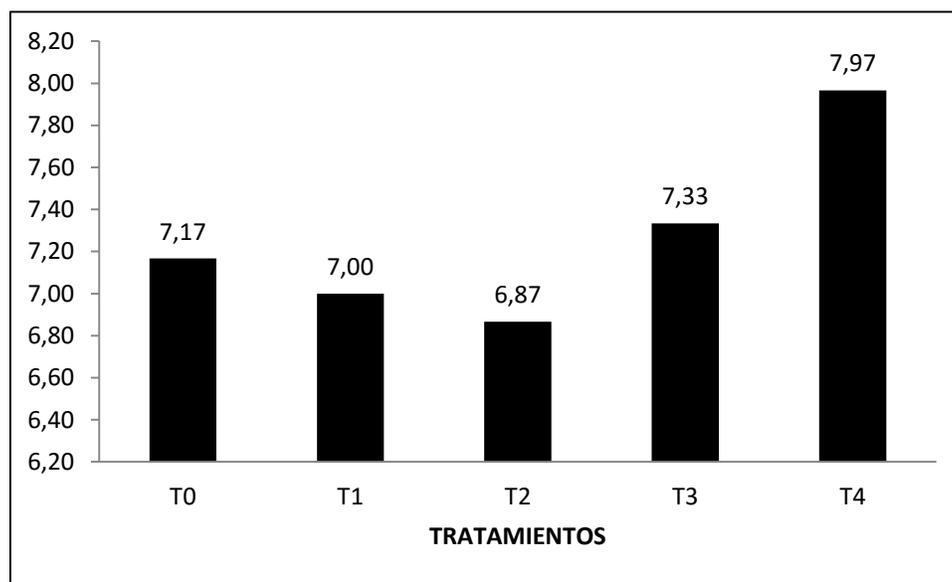
Al existir diferencia significativa, se realizó las respectivas pruebas de significación Tukey para tratamientos.

Cuadro N° 50: Prueba de Tuckey al 5 % para Tratamientos

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T2	30	6,87	
T1	30	7,00	
TESTIGO	30	7,17	7,17
T3	30	7,33	7,33
T4	30		7,97

Realizada la prueba de Tukey al 5 % para tratamientos se pudo observar que T4 ocupa el mayor rango, determinándose que la mezcla (20 % de harina de haba), es la combinación que permitió obtener una galleta con mejor sabor conforme se observa en el **cuadro 50**.

Figura N°23: Sabor



En la **figura 23** se observa que los tratamientos que obtuvieron mayor medida de aceptabilidad en lo que se refiere al sabor fueron: T₄ (20 % de harina de haba), T₃ (15 % de harina de haba).

En este caso nuestro producto tuvo un sabor aceptable por parte de los catadores debido a que se trata de galletas dulces.

4.3.6.4. Textura (Crocancia)

Es la propiedad que tienen los productos que son captadas por los sentidos. Se percibió la fuerza que se necesita para romper la galleta con los dientes. Siendo esta fuerza desde muy suave o delicada a muy fuerte o dura.

Cuadro N° 51: Análisis de varianza para la variable Textura (%)

F .d, V	GL	SC	CM	FC	FT
					5%
TOTAL	149	205,500			
Tratamientos	4	52,333	13,083	12,386	0,000
E. Experimental	145	153,167	1,056		

CV = 7.82%

Realizado el análisis de varianza para la variable Textura (%), se detectó que para los tratamientos con % de sustitución de harina de haba presentaron diferencia estadística de manera muy significativa.

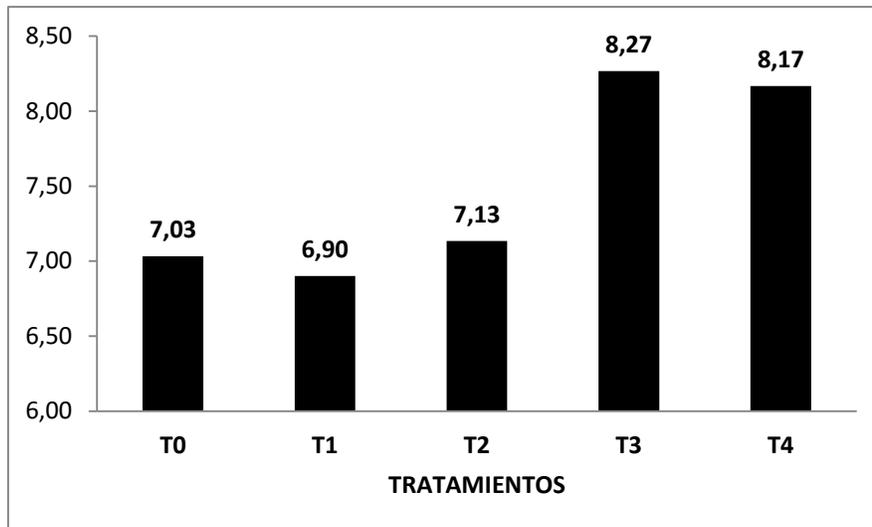
Al existir diferencia significativa, se realizó las respectivas pruebas de significación Tukey para tratamientos.

Cuadro N° 52: Prueba de Tuckey al 5 % para Tratamientos

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T1	30	6,9000	
TESTIGO	30	7,0333	
T2	30	7,1333	
T4	30		8,1667
T3	30		8,2667

Realizada la prueba de Tukey al 5 % para tratamientos se pudo observar que T3 y T4 ocupan los mayores rangos, determinándose que la mezcla (15 % y 20 % de harina de haba), es la combinación que permitió obtener una galleta con mejor crocantes conforme se observa en el **cuadro 52**.

Figura N°24: Textura (Crocancia)



La **figura 24** muestra los tratamientos que obtuvieron los mejores resultados en lo que respecta a la textura (crocancia) y estos fueron: T₄ (20 % de harina de haba con 100 % panela), T₃ (15 % de harina de haba) y T₂ (10% de harina de haba).

El producto final de nuestra investigación presentó una textura ni muy suave ni muy dura a la mordida, característica que se debió a la adición de harina de haba que hace que la estructura de la galleta no sea dura.

4.3.6.5. Aceptabilidad

Las pruebas de aceptabilidad están destinadas a medir cuánto agrada o desagrada un producto. Para estas pruebas se utilizan escalas categorizadas, que pueden tener diferente número de categorías y que comúnmente van desde "me gusta muchísimo", pasando por "no me gusta ni me disgusta" hasta "me disgusta muchísimo". Para determinar el nivel de agrado de las galletas, se les sometió a una prueba de aceptabilidad cuya escala estructurada fue de 4 puntos y siendo las alternativas de respuesta las siguientes: "Gusta mucho", "Gusta poco" "No Gusta" y "Disgusta". Los datos obtenidos de la prueba de aceptabilidad fueron:

Cuadro N° 53: Análisis de varianza para la variable Aceptabilidad (%)

F.d, V	GL	SC	CM	FC	FT
					5%
TOTAL	149	186,000		6,678	
Tratamientos	4	28,933	7,233		0,000
E. Experimental	145	157,067	1,083		

CV = 14.36%

Realizado el análisis de varianza para la variable Aceptabilidad (%), se detectó que para los tratamientos con % de sustitución de harina de haba presentaron diferencia estadística de manera muy significativa.

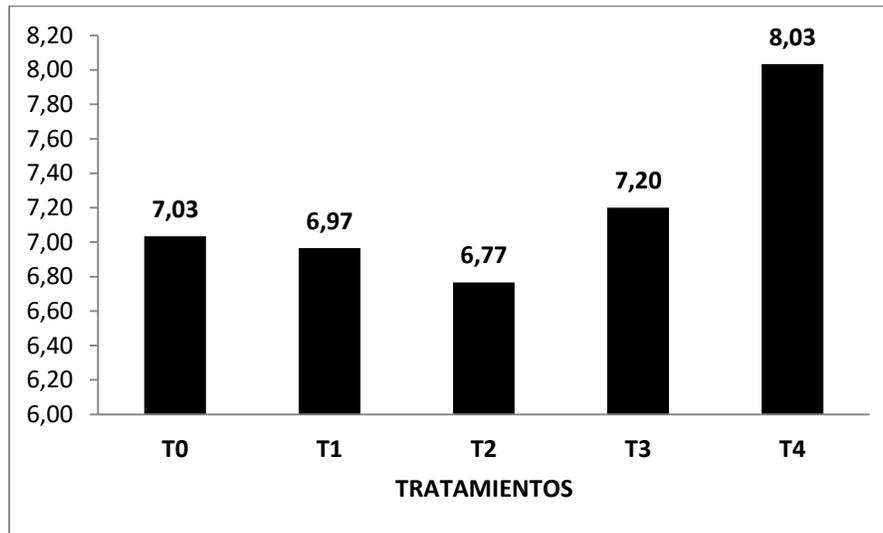
Al existir diferencia significativa, se realizó las respectivas pruebas de significación Tukey para tratamientos.

Cuadro N° 54: Prueba de Tuckey al 5 % para Tratamientos

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T2	30	6,77	
T1	30	6,97	
TESTIGO	30	7,03	
T3	30	7,20	
T4	30		8,03

Realizada la prueba de Tukey al 5 % para tratamientos se pudo observar que T4 ocupa el primer rango, determinándose que la mezcla (20 % de harina de haba), es la combinación que permitió obtener una galleta con mayor aceptabilidad con respecto al público, conforme se observa en el **cuadro 54**.

Figura N°25: Aceptabilidad



En la **figura 25** podemos observar que los tratamientos que presentaron el mayor grado de aceptación fueron: T₄ (20 % de harina de haba), T₃ (15 % de harina de haba). Es evidente que la adición de harina de haba y el uso de la panela como edulcorante, presentaron aceptabilidad en las galletas.

4.4. BALANCE DE MATERIA PARA LA ELABORACIÓN DE GALLETAS

Para realizar el balance de materiales se tomó en cuenta al mejor tratamiento que tuvo los mejores resultados de aceptabilidad en el análisis sensorial, donde se indica que fue T₄. Este balance se realizó basados en el diagrama de bloques donde se detalla materia prima inicial, desperdicios y producto final que son de importancia para determinar el rendimiento.

Para el balance de materia tomaremos como base 1 batch que corresponde a 320 galletas, que corresponde a un total de 2.42 Kg en masa, se evaluará cada una de las etapas de la elaboración de la galleta desde la etapa del pesado (respecto a tratamiento óptimo T₄) hasta la obtención del producto terminado (embolsado), en el cual se obtuvo un rendimiento del 94.54 \approx 95 %. Se obvia el proceso de almacenamiento debido a que el tiempo de permanencia en almacén es corto y el producto envasado es más estable y no tiene pérdida.

Cuadro N°55: Balance de materia en la elaboración de galletas

Operación	Ingreso	Salida	Perdidas		Rendimiento
	Kg.		Kg.	%	%
Formulación	2.415	1.548	0	0	100
Cremado	2.415	2.345	0.0724	3.0	97
Amasado	2.345	2.328	0.0168	0.72	96.28
Laminado y cortado	2.328	2.314	0.0130	0.56	95.72
Horneado	2.314	2.302	0.0115	0.5	95.22
Enfriado	2.302	2.290	0.0115	0.5	94.72
Envasado	2.290	2.278	0.0114	0.2	94.54

- Total de materia prima e insumos en la formulación: 2.415 Kg
- Total de galletas obtenidas (kg): 2.278 Kg
- Rendimiento: 94.54 %

4.5. BALANCE DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La cuantificación de energía eléctrica es muy importante en toda empresa pues nos permite conocer cuánto de energía eléctrica se consume y el costo que implica, el consumo de energía eléctrica está dado por el gasto de energía de las máquinas y equipos utilizados durante el proceso de elaboración de galletas , y el consumo por iluminación del área de panificación de la Planta Piloto.

Consumo de energía = Consumo de equipos + Iluminación
--

El siguiente cuadro nos muestra el consumo de energía para la producción de 1batch de galletas fortificadas.

Cuadro N°56: Consumo de Energía Eléctrica en la Producción de Galleta elaborada con Harina de Trigo y Haba.

Equipos	Potencia (kw)	Tiempo (hr.)	Consumo (kw – hr)
Horno	1.5	0.20	0.3
Selladora	0.4	0.10	0.04
Ventilador Horno (quemador)	1.1	0.20	0.22
Extractor Horno	0.37	0.06	0.0222
Rotor Horno	0.37	2	0.74
Iluminación Área	0.04	8	0.32
Total de energía eléctrica			2.7222

4.6. BALANCE DE ENERGÍA

4.6.1. Requerimiento de energía real y eficiencia del horno:

Para los cálculos de balance de energía en la producción de galleta fortificada con harina de haba como base 3 batch, donde cada batch tiene un tiempo de horneado de 0.25 hr (15 minutos).

Cuadro 57: Requerimiento total de calor en el horno

REQUERIMIENTO	Kcal
Calor de Combustión (Qe)	6652.0913
Calor Absorbido por galleta (Qp)	505.6198
Calor Absorbido por el carrito y bandejas (Qcb)	760.96017
Calor perdido por Radiación (Qr)	118.6043
Calor perdido por Conducción (Qcd)	42.8424
Calor perdido por Convección (Qcv)	1496.3573
Calor Total (Qt)	2924.3837
Rendimiento (R)	45.4314 %

4.9.1 Consumo de combustible:

El horno rotatorio trabaja con combustible Diesel 2 a razón de 1 gal/hr. Por lo tanto, el consumo de combustible del horno para un día de trabajo de aproximadamente 15 minutos es 0.25 galones.

4.7. DETERMINACIÓN DE COSTOS Y PUNTO DE EQUILIBRIO EN LA PRODUCCIÓN DE GALLETAS

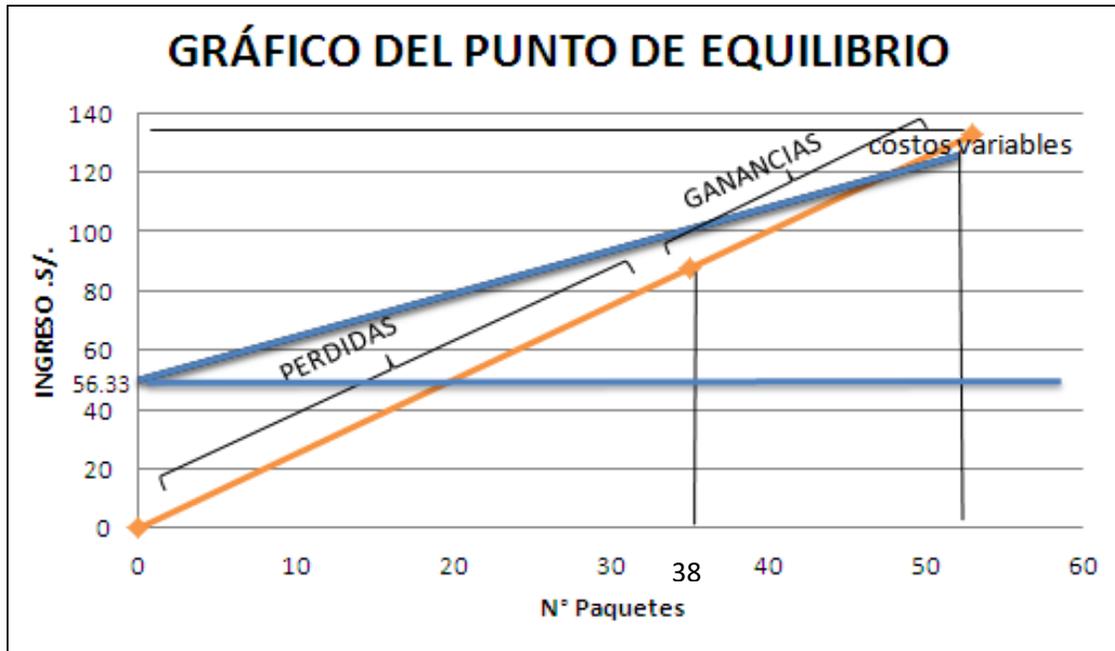
Costos de Producción

Para un día de producción de galleta elaboradas con harina de trigo, haba y edulcoradas con panela (320 unidades), el costo de producción está dado por la sumatoria de todos los gastos realizados durante el proceso.

Cuadro N°58: Costo de producción

RUBRO	COSTO POR DÍA (S/.)
Materia prima	38.20
Materiales indirectos, mano de obra	16.1787
Costo variable total (CVT)	54.3787
Costo variable unitario (CVU)	1.026
Depreciación de equipos y materiales	26.25
Depreciación de infraestructura	2.135
Total de gastos administrativos	18.813
Costo fijo total (CFT)	56.33
Costo total de producción (CTP)	110.7087
Costo de producción unitario (CPU)	2.088
Ganancia por producción (GP)	21.08
Ganancia por unidad (GPU)	0.412
Punto de equilibrio (PE)	38.21 ≈ 38

Figura N°26: Punto de equilibrio en la producción de Galletas



CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

1. Es posible tecnológicamente elaborar galletas enriquecidas, sustituyendo la harina de trigo por otros productos de la región tales como la harina de haba además de usar panela como edulcorante natural con la finalidad de mejoras nutricionales y sensoriales.
2. Se logró conocer las operaciones que se llevan a cabo en la elaboración de galletas sustituidas parcialmente con harina de haba, en la cual conlleva a realizar las siguientes operaciones: iniciándose con la recepción de materia prima e insumos, seguido de la realización de la formulación, el pesado, amasado, laminado y cortado, horneado, enfriado, embolsado, concluyendo con el almacenamiento.
3. Se determinó por análisis sensorial (pre-test) que el porcentaje de sustitución óptima de edulcorante fue: 70% panela y 30% azúcar.
4. Luego de analizar los resultados de Peso Específico y Dureza se concluye que la inclusión de 20 % de harina de Haba y 70 % de panela mejora ampliamente la calidad de la galleta.
5. Se determinó que el factor en estudio (% de harina de haba), no influyo en el rendimiento del producto con respecto al tratamiento T4 pues presento igual rendimiento que el testigo, demostrándose estadísticamente que entre dichos tratamientos donde no existió significancia.
6. La mezcla se determinó por cómputo químico y por evaluación sensorial cuya formulación es Harina de trigo (80%) y Harina de Haba (20%)

7. El cómputo químico de la mezcla tuvo una mejora al sustituir con 20% de harina de haba en la elaboración de las galletas, ya que la harina de haba al presentar mayor contenido proteico hizo que el contenido de aminoácido se elevara por encima del patrón establecido, para el caso de la lisina que es el aminoácido limitante de obtuvo el valor de 84% valor que está dentro de lo exigido en una dieta saludable.
8. Tomando en cuenta el factor en estudio podemos decir que el mejor tratamiento es T₄ el cual consta de 20% de harina de haba.
9. En el análisis organoléptico las variables: color, olor, sabor y textura (crocancia), los tratamientos que obtuvieron mejor aceptación fueron T₄, T₃ y T₁, cabe señalar que en general todos los tratamientos gustaron al panel de catadores.
10. Mediante el análisis de humedad y ceniza de los tratamientos, se estableció que están dentro de lo establecido por la normativa INEN que es de 6 y 3% respectivamente para galletas.
11. Los parámetros de proceso en la elaboración de la galleta fortificada con harina de haba son: para el amasado (15 min. a 1ra velocidad); horneado (15 min. a 150 °C); enfriamiento (30 minutos a temperatura ambiente).
12. Se determinó por análisis sensorial que la galleta con 20% de sustitución (T₄) fue preferida por los panelistas con un calificativo promedio de 8.03 en la escala hedónica el cual se acerca a “Me gusta muchísimo”
13. El análisis proximal de la galleta enriquecida con 20% harina de haba fue: proteína 7.30%, humedad 0.824%, ceniza 1.38%, grasa 21.27%, fibra 0.7% y carbohidratos 68.515%.
14. El Balance de materia nos indica un rendimiento del 95% en el Producto Terminado.

15. El consumo de energía eléctrica en el Área de Panificación de la Planta Piloto Agroindustrial en batch igual a 320 unidades de galleta fortalecida con harina de haba fue de (2.7222KW-hr/batch).
16. El calor usado para la cocción de 320 unidades de galleta fortalecida con harina de haba en 1 batch, fue 9977.5932122 Kcal.
17. Analizado el costo de producción del mejor tratamiento obtenido del experimento T4 (20 % de harina de haba) galleta sustituida con harina de haba y edulcorada con panela (1 batch), fue S/. 110.70 teniendo como costo unitario S/. 2.088, ganancia por producción S/.0.41 y punto de equilibrio 38 paquetes.

5.2 Recomendaciones

1. En la elaboración de galletas se recomienda que el proceso se encuentre sujeto a unas buenas prácticas de manufactura (BPM), para evitar cualquier clase de contaminación ya sea microbiológica o por objetos extraños.
2. Se recomienda la elaboración y consumo de galletas enriquecidas con harina de haba y edulcoradas con panela, ya que contribuyen a una mejor alimentación por la calidad nutricional que poseen.
3. Debido que en la zona norte la producción y consumo del haba es significativa, se recomienda que los resultados de la presente investigación puedan ser utilizados como punto de partida para una industrialización alternativa, mejorando así la economía de las personas dedicados a esta actividad.
4. Por los buenos resultados obtenidos en la investigación se puede experimentar con mayores porcentajes de harina de haba, como también probar otro tipo de edulcorante y otra clase de leguminosa o también la mezcla de ellas, que iguale o

supere en las características nutricionales, buscando mejorar la calidad de las galletas.

5. Para garantizar la calidad del producto terminado y que este se mantenga por más tiempo se recomienda empacar las galletas en un envase que evite los efectos de humedad, luz solar y plagas que puedan dañar el producto.
6. Evaluar el comportamiento reológico de las masas crudas con las sustituciones parciales de harina de haba.
7. Incorporar un Laboratorio de Cereales, con equipos modernos que permitan mejores investigación con fines de publicación.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFÍA

- DUNCAN, J. (1989), TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA GALLETERA, editorial Acribia S. A., Zaragoza – España. Pág. 3 – 55.
- GIANOLA G., (1980), LA INDUSTRIA MODERNA DE GALLETAS Y PASTELERIA, segunda edición. Madrid – España. Pág. 13 – 21, 38
- AGUIRRE VARGAS E; 1997, “Cereales” Guía de prácticas U.N. Santa, Chimbote – Perú.
- BAZAN CASTRO, 1996, “Informe de Practicas Realizado en la Molinera Inca S.A. “, Ancash – Perú. Pp. 3-6; 11 -16; 19-23; 19-23
- CHEFTEL J. 1989; Proteínas Alimentarias, Editorial Acribia, Zaragoza. España. Pp. 235-252; 257-270.
- KENT M.A., 1971.”Tecnología de los Cereales”, Editorial Acribia Zaragoza-España. Pp. 24-25; 65-75; 180-186.
- PRIMO YUFERA, 1981, “Productos para el campo y propiedades de los Alimentos” , tomo III, Editorial Alhambra, Madrid-España. Pp.4-14; 46-66.
- COLLAZOS, 1993, “La composición de alimentos de mayor consumo en él Perú”, Sexta Edición, Editorial Banco Central de Reserva, Lima -Perú. p. 22; p. 27
- MOLINERA INCA S.A., 1997, “Seminario Taller de Harinas enriquecidas y Panificación, Trujillo – Perú. pp. 2-7; 15
- SENATI., 1994,”Elaboración de Panes I”, Lima-Perú. pp. 18-20.
- INGENIERÍA Y AGROINDUSTRIA”, Enciclopedia Terranova, tomo 5, marzo 2001, Bogotá - Colombia. Pág. 288 – 294.
- Norma INEN 2 085:96.
- Norma INEN 616:98.
- PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, (1995), Enciclopedia Terranova, tomo 2. Pág. 135 – 138.
- TECNOLOGÍA QUIMICA Y AGROINDUSTRIAL, “Productos para el Campo y

Propiedades de los Alimentos”, Tomo III/1, Editorial Alambra S.A.,(1981) Pág. 52 – 67.

- AGUIRRE, E. 1987. Pruebas Funcionales de Panificación con incorporación de partículas finas de harina Nacional.
- KENT. 1959. Química y Tecnología de Cereales. Ed. Acribia España.
- BRABENDER, 2011. Manual de Instrucciones FARINOGRAPH – AT. Alemania.
- CALLEJO GONZALEZ, M. (2002). Industrias de cereales y derivados. Madrid: AMV-Mundi-Prensa.
- HOSENEY, R. C. (1991). Principios de ciencia y tecnología de los cereales. Zaragoza: Acribia.
- KENT, N. (1987). Tecnología de los cereales. Zaragoza: Acribia.
- JUAN CANO BARÓN. Habas de Huerta. Publicaciones de Extensión Agraria ISBN 84-341-0119.X.
- SALVADOR NADAL M., MARÍA TERESA MORENO Y., JOSÉ IGNACIO CUBERO C. Las leguminosas de grano en la agricultura moderna.
- ARÉVALO, C.; Catucuamba, H. 2007. Mejoramiento de la calidad de las galletas de harina de trigo mediante la adición de harina de haba (*Vicia faba* L.) y de panela como edulcorante. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Técnica del Norte. Ecuador
- BARRAZA, G; ROJAS, C. 2012. Manual de laboratorio de Análisis y Composición de los Productos Agroindustriales. Universidad Nacional de Trujillo.
- DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS (DGN). MEXICO. 1983. NMX-F-006-1983. Alimentos. Galletas.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 2013. Quinoa: Valor Nutricional. Disponible en <http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/nutritional-value/es/>
- CABEZA, S. 2009. Funcionalidad de las materias primas en la elaboración de galletas. Tesis para obtener el grado de master en seguridad y biotecnología alimentaria. Universidad de Burgos. España.
- BENÍTEZ, B.; ARCHILE, A.; RANGEL, L.; FERRER, K.; BARBOZA, Y.; MÁRQUEZ, E. 2008. Composición proximal, evaluación microbiológica y

sensorial de una galleta formulada a base de harina de yuca y plasma de bovino. Revista Interciencia 33(1).

- CARLOS MAGARIÑOS, GLOBAL BUSINESS DEVELOPMENT NETWORK, 2005
- DAVID, A. V. BONDAN, J. D. Cereales y productos derivados. Edit. Acribia. S.A.2011.
- DANIEL GONZALO, 2008 cultivo de haba y arvejas
- MULLER y TOBIN G., 2010 Nutrición y ciencia de los Alimentos"
- INEI - ENAHO 2010 - Módulo del productor agropecuario.
- ABRITRIGO, Asociación Brasileira de la Industria de Trigo, 2010
- PIZZINATTO A., 2011, Cualidades de la harina de trigo.
- KENT N. / TECNOLOGÍA DE LOS CEREALES (2008),
- FEDEPANELA, 2012 (FEDERACION NACIONAL DE PRODUCTORES DE PANELA) COLOMBIA
- CIMPA, 2008 Convenio de investigación para el mejoramiento de la industria panelera.
- RODRÍGUEZ R., 2008 Bases de la Alimentación Humana.
- CAUVAIN, STANLEY P., 2007 Tecnología de Panificación
- BARRIGA X., 2009 Panadería artesana, Tecnología y Producción.
- INGESTA DE AZÚCARES PARA ADULTOS NIÑOS – OMS, 2015)
- ROLPH, 2009 azúcar: su historia, el crecimiento, la fabricación y la distribución.
- HARPER & ROW, 2000 El huevo: Química y Biología.
- BURLEY D., 2003 Funciones nutricionales y funcionales de los huevos en la dieta.
- SIN/SOCIEDAD NACIONAL DE INDUSTRIAS, 2013
- MINAGRI/ MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO, 2013
- HUGO LÓPEZ LÓPEZ -2007, Elaboración de galletas de trigo fortificadas con harina, aislado y concentrado de chocho (*Lupinus mutabilis*)

❖ Bibliografía de Internet

- ✓ http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2005113152450_perfil_producto_Panela.pdf+panela+usos+y+propiedades&hl=es&ct=clnk&cd=35&gl=ec&lr=lang_es (consulta 2007, septiembre 10)
- ✓ <http://www.alimentación-sana.com.ar/informaciones/Chef/Huevos.htm> (consulta 2007, septiembre 10)
- ✓ <http://www.mag.org.ec/> (consulta 2007, julio 16) 11.
- ✓ <http://www.municipiodeibarra.org/imi/images/proyecto10.jpg&imgrefu> (consulta 2007, agosto 20).
- ✓ <http://www.panetco.com/panetco%20salud.htm>, (consulta 2007, agosto 28)
- ✓ http://www.platodeldia.com/parati/alimentos/cereales/?pagina=parati_alimentos_cereales_009_009 (Consulta 2007, febrero 15).
- ✓ http://www.uc.cl/sw_educ/cultivos/legumino/haba.htm, (consulta 2007, agosto 15)
- ✓ http://www.uc.cl/sw_educ/hort0498/HTML/p192.html, (consulta 2007, agosto 28)
- ✓ http://www.uc.cl/sw_educ/cultivos/legumino/haba.htm (consulta 2007, julio 16)
- ✓ <http://yerbasana.cl/?a=514> (consulta 2007, agosto 20)

ANEXOS

**ANEXO 01: FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL PARA LA
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ADICIÓN DE PANELA EN LA
ELABORACIÓN DE LA GALLETA FORTIFICADA (PRE-TEST)**

Fecha.....

Sexo:

Masculino.....

Edad.....

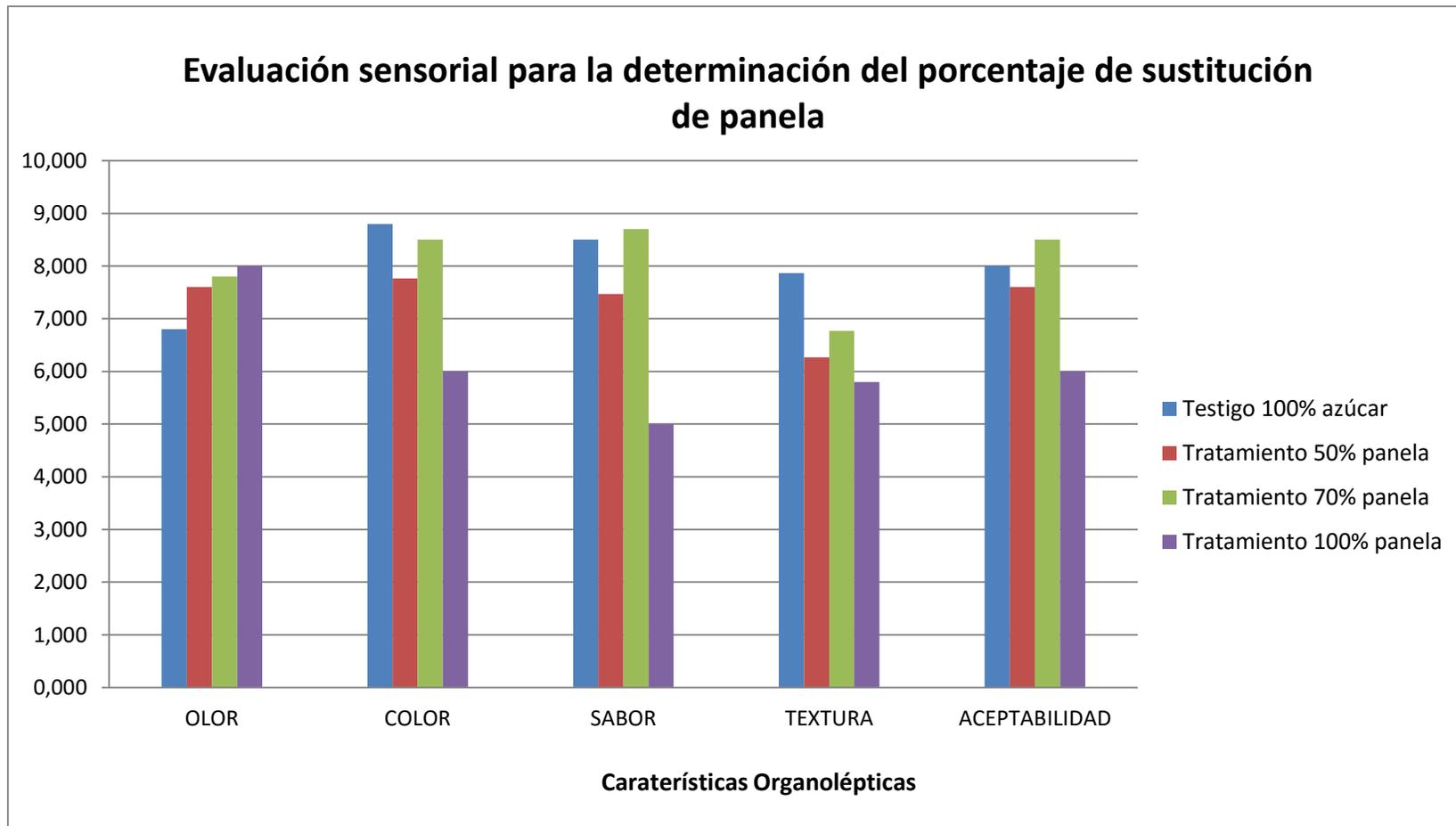
Femenino.....

Por favor analice cada una de las muestras codificadas y evalúe cada una usando la escala de abajo para indicar cuanto gusta o disgusta el producto, colocando el número que usted considere el más apropiado en cada recuadro.

- 9. Me gusta muchísimo
- 8. Me gusta mucho
- 7. Me gusta moderadamente
- 6. Me gusta ligeramente
- 5. Ni me gusta/ ni me disgusta
- 4. Me disgusta ligeramente
- 3. Me disgusta mucho
- 2. Me disgusta mucho
- 1. Me disgusta muchísimo

MUESTRA	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA	ACEPTABILIDAD

Figura N°27: Determinación del porcentaje de sustitución de panela



**ANEXO 02: FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE GALLETAS
ELABORADAS CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE HABA
EDULCORADAS CON PANELA**

Fecha:.....

Sexo:

Edad:.....

Femenino:.....

Masculino:.....

Por favor analice cada una de las muestras codificadas y evalúe cada una usando la escala de abajo para indicar cuanto gusta o disgusta el producto, colocando el número que usted considere el más apropiado en cada recuadro.

- 9. Me gusta muchísimo
- 8. Me gusta mucho
- 7. Me gusta moderadamente
- 6. Me gusta ligeramente
- 5. Ni me gusta/ ni me disgusta
- 4. Me disgusta ligeramente
- 3. Me disgusta mucho
- 2. Me disgusta mucho
- 1. Me disgusta muchísimo

MUESTRA	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA	ACEPTABILIDAD

- ¿Estaría Ud. Dispuesto a comprar el producto?

SI

NO

HOJAS DE ENCUESTA

EVALUACION SENSORIAL DE GALLETAS ELABORADAS CON SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA DE HABA EDULCORADAS CON PANELA.

INTRODUCCION

La evaluación sensorial es una valiosa técnica para resolver problemas relativos a la aceptación de un alimento.

INSTRUCCIONES PARA EL CATADOR: Sr. Degustador para la catación del producto, tómese el tiempo necesario y analice detenidamente cada una de las características que se detallan a continuación. Marque con una X en los atributos que crea correctos.

COLOR: Esta característica debe ser uniforme, de color dorado característico de una galleta recién horneada sin presentar partes de color marrón demasiado oscuro o quemado.

OLOR: Debe ser atractivo propio de una galleta recién horneada sin olores desagradables ni extraños (rancio).

TEXTURA (crocancia): Perciba la fuerza que usted necesita para romper la galleta. Siendo esta fuerza muy suave o delicada a muy fuerte o dura.

SABOR: No debe tener sabores desagradables tales como amargo o rancio.

ACEPTABILIDAD: En esta característica actuará el criterio propio de cada catador, se recomienda tomar en cuenta las características evaluadas anteriormente.

ANEXO 03: EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

VARIABLE COLOR

Cuadro N°59: Datos de evaluación de la variable color

TRATAMIENTO PANELISTA	TESTIGO	T1	T2	T3	T4	Sumatoria	Promedio
1	8	8	5	7	9	37	7,4
2	6	5	6	7	9	33	6,6
3	6	8	8	5	7	34	6,8
4	7	6	5	6	6	30	6
5	9	8	8	7	9	41	8,2
6	7	6	5	5	7	30	6
7	7	8	6	6	9	36	7,2
8	5	6	7	8	8	34	6,8
9	6	8	7	8	9	38	7,6
10	8	8	5	8	6	35	7
11	6	6	6	6	7	31	6,2
12	9	8	7	9	8	41	8,2
13	8	8	8	9	7	40	8
14	7	6	6	5	8	32	6,4
15	6	9	9	9	9	42	8,4
16	7	5	8	7	6	33	6,6
17	8	9	8	8	7	40	8
18	6	6	6	6	8	32	6,4
19	6	6	6	6	9	33	6,6
20	9	9	5	9	7	39	7,8
21	9	9	6	9	6	39	7,8
22	8	5	8	9	8	38	7,6
23	8	8	5	7	9	37	7,4
24	7	7	6	8	6	34	6,8
25	6	6	8	7	9	36	7,2
26	6	6	8	8	9	37	7,4
27	8	8	8	7	6	37	7,4
28	8	3	5	9	9	34	6,8
29	6	7	7	9	6	35	7
30	8	4	5	7	9	33	6,6
SUMATORIA	215	206	197	221	232		
PROMEDIO	7,17	6,87	6,57	7,37	7,73		

VARIABLE OLOR

Cuadro N°60: Datos de evaluación de la variable olor

TRATAMIENTO PANELISTA	TESTIGO	T1	T2	T3	T4	Sumatoria	Promedio
1	8	6	7	7	7	35	7
2	9	5	6	6	9	35	7
3	6	4	7	8	7	32	6,4
4	8	4	7	6	7	32	6,4
5	7	5	7	6	9	34	6,8
6	8	5	4	6	8	31	6,2
7	8	9	7	7	9	40	8
8	8	5	7	7	8	35	7
9	9	4	5	6	8	32	6,4
10	6	5	5	8	9	33	6,6
11	6	9	9	6	7	37	7,4
12	7	6	5	8	9	35	7
13	8	6	7	8	7	36	7,2
14	7	5	5	7	9	33	6,6
15	9	7	6	6	7	35	7
16	8	5	6	7	8	34	6,8
17	6	4	5	7	9	31	6,2
18	7	9	8	5	8	37	7,4
19	5	5	6	6	7	29	5,8
20	8	4	6	5	6	29	5,8
21	6	6	5	7	7	31	6,2
22	9	5	5	8	7	34	6,8
23	9	5	5	7	9	35	7
24	9	4	7	8	8	36	7,2
25	8	6	8	7	8	37	7,4
26	7	5	6	5	9	32	6,4
27	6	6	5	6	8	31	6,2
28	8	6	5	7	7	33	6,6
29	6	6	6	8	9	35	7
30	8	7	5	7	8	35	7
SUMATORIA	224	168	182	202	238		
PROMEDIO	7,47	5,60	6,07	6,73	7,93		

VARIABLE SABOR

Cuadro N°61: Datos de evaluación de la variable sabor

TRATAMIENTO PANELISTA	TESTIGO	T1	T2	T3	T4	Sumatoria	Promedio
1	7	5	6	8	9	35	7
2	6	7	7	5	9	34	6,8
3	7	5	9	9	8	38	7,6
4	6	8	5	7	8	34	6,8
5	8	8	8	8	7	39	7,8
6	9	5	7	7	9	37	7,4
7	9	7	8	9	8	41	8,2
8	8	5	8	8	8	37	7,4
9	6	8	6	7	7	34	6,8
10	8	7	8	9	9	41	8,2
11	8	7	7	7	8	37	7,4
12	7	6	7	8	7	35	7
13	5	7	8	8	6	34	6,8
14	7	7	6	6	8	34	6,8
15	8	6	6	7	9	36	7,2
16	7	8	5	8	8	36	7,2
17	6	8	8	6	7	35	7
18	8	8	8	7	9	40	8
19	6	8	6	8	9	37	7,4
20	8	8	7	6	8	37	7,4
21	8	7	5	7	7	34	6,8
22	9	9	8	7	8	41	8,2
23	7	8	8	8	9	40	8
24	8	9	7	7	8	39	7,8
25	5	6	8	8	8	35	7
26	6	5	9	8	9	37	7,4
27	7	9	5	6	9	36	7,2
28	7	8	5	6	8	34	6,8
29	8	6	6	7	6	33	6,6
30	6	5	5	8	6	30	6
SUMATORIA	215	210	206	220	239		
PROMEDIO	7,17	7,00	6,87	7,33	7,97		

VARIABLE TEXTURA

Cuadro N°62: Datos de evaluación de la variable textura

TRATAMIENTO PANELISTA	TESTIGO	T1	T2	T3	T4	Sumatoria	Promedio
1	8	8	7	9	9	41	8,2
2	6	9	8	9	9	41	8,2
3	6	5	8	8	8	35	7
4	9	8	7	9	8	41	8,2
5	6	7	7	7	9	36	7,2
6	6	8	6	8	9	37	7,4
7	8	6	6	8	9	37	7,4
8	8	8	7	7	8	38	7,6
9	8	8	8	8	8	40	8
10	6	9	7	9	6	37	7,4
11	7	5	8	9	6	35	7
12	9	5	8	7	9	38	7,6
13	8	5	7	8	7	35	7
14	7	9	7	9	8	40	8
15	6	5	7	9	9	36	7,2
16	7	8	5	8	8	36	7,2
17	6	7	8	8	8	37	7,4
18	8	7	9	8	8	40	8
19	6	7	7	8	9	37	7,4
20	7	8	5	9	9	38	7,6
21	7	6	8	9	9	39	7,8
22	5	6	8	7	8	34	6,8
23	8	7	8	8	8	39	7,8
24	7	6	6	9	9	37	7,4
25	8	6	8	8	8	38	7,6
26	7	7	4	9	8	35	7
27	8	7	9	9	8	41	8,2
28	6	7	7	8	6	34	6,8
29	7	6	6	8	9	36	7,2
30	6	7	8	8	8	37	7,4
SUMATORIA	211	207	214	248	245		
PROMEDIO	7,03	6,9	7,13	8,27	8,17		

VARIABLE ACEPTABILIDAD

Cuadro N°63: Datos de evaluación de la variable aceptabilidad

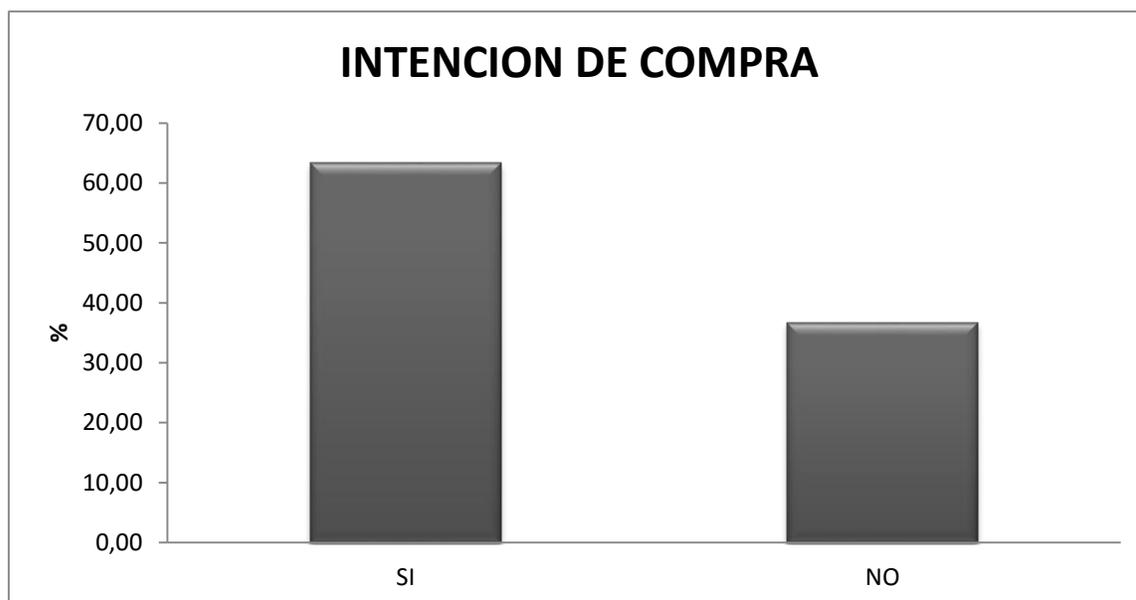
TRATAMIENTO PANELISTA	TESTIGO	T1	T2	T3	T4	Sumatoria	Promedio
1	5	7	6	7	9	34	6,8
2	6	7	8	8	7	36	7,2
3	6	6	6	6	8	32	6,4
4	7	6	6	6	9	34	6,8
5	8	9	7	9	9	42	8,4
6	9	9	6	9	9	42	8,4
7	8	6	8	9	8	39	7,8
8	8	8	9	6	8	39	7,8
9	7	7	8	8	8	38	7,6
10	8	6	6	9	9	38	7,6
11	6	8	8	8	7	37	7,4
12	8	8	8	8	8	40	8
13	8	6	6	7	9	36	7,2
14	7	7	7	6	7	34	6,8
15	5	4	7	7	9	32	6,4
16	9	8	6	7	8	38	7,6
17	7	6	8	7	8	36	7,2
18	8	8	6	6	7	35	7
19	8	7	8	7	7	37	7,4
20	6	7	6	5	8	32	6,4
21	6	7	6	7	7	33	6,6
22	7	7	7	7	9	37	7,4
23	7	6	5	6	7	31	6,2
24	7	8	7	9	8	39	7,8
25	8	6	7	7	8	36	7,2
26	6	8	8	7	7	36	7,2
27	6	7	6	6	9	34	6,8
28	6	7	7	7	7	34	6,8
29	6	6	4	8	8	32	6,4
30	8	7	6	7	9	37	7,4
SUMATORIA	211	209	203	216	241		
PROMEDIO	7,033	6,97	6,77	7,2	8,03		

EVALUACIÓN DE LA INTENCIÓN DE COMPRA

Cuadro N°64: Evaluación de la intención de compra

	SI	NO
TOTAL	19	11
PORCENTAJE (%)	63.33 %	36.67 %

Figura N°28: Intención de compra



ANEXO 04: DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

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

- Pesar las placas vacías en la balanza analítica.

Figura N°29: Pesado de placas Petri



- Agregar una muestra de 10 gramos aproximadamente.

Figura N°30: Muestras de harinas y galletas



- Llevar a la estufa por un lapso de 2.5 horas a 105°C.

Figura N°31: Muestras colocadas en la estufa.



- Una vez pasado el tiempo establecido, sacar la muestra y dejar reposar por 5 minutos.
- Luego del reposo, pesar la muestra en placa

Figura N°32: Muestras de humedad posterior a la estufa



- Mediante la fórmula, calcular el % de humedad de la muestra.

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

Dónde:

P₁: peso de la placa más muestra

P₂: peso de la placa más muestra seca

m= peso de la muestra

ANEXO 05: DETERMINACION DEL CONTENIDO DE CENIZAS

Procedimiento

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

Cálculos

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

Donde

A_1 : Peso crisol vacío (g)

A_2 : Peso del crisol + ceniza (g)

m: Peso de la muestra



Figura N°33: Cenizas de la muestra después de la calcinación en la mufla.

ANEXO 06: DETERMINACION DE PH, ACIDEZ Y ACTIVIDAD DE AGUA

Procedimiento para determinar el pH en harinas:

- Calibrar el medidor de pH (pHmetro) de acuerdo a las instrucciones del aparato.
- Los electrodos deben mantenerse sumergidos en agua destilada y lavarse cuidadosamente, antes y después de usar, con agua destilada (secar el exceso sin frotar el electrodo).
- Para la calibración usar soluciones buffer pH 7 y 4.
- Agitar la muestra después de la lectura y repetirla hasta que dos lecturas coincidan cercanamente.

Figura N34: Medición del pH



Procedimiento para determinar la acidez en harinas

- Teniendo la muestra homogenizada, se procede a tomar 10 g de harina.

Figura N°35: Pesado de muestra



- Agregar la muestra en un matraz, más 50ml de agua destilada.
- Agitar c/10' por 1 hora.
- Luego filtrar.

Figura N°36: Filtrado de la muestra



- En 50ml añadir 1ml de fenolftaleína. Titular con NaOH 0.1 N.
- Observar el color grosella (ligeramente) que permanezca por 30''.

Figura N°37: Viración en el color de la muestra



- Observar y leer el gasto.

Para calcular la acidez se emplea la siguiente formula: Según la N.T.P.

$$\%A = \frac{Vb \times N \times \text{Milieq} \times 100}{Va}$$

Dónde:

Vb: volumen en ml, gastado por la base.

N: normalidad de la base.

Milieq: mili equivalente del ácido predominante en la muestra acida.

Va: volumen del ácido.

Determinación de la actividad del agua de un alimento

- La muestra cuya temperatura deberá estar entre 15 y 25°C es colocado en el interior del segundo contenedor sobre la parte inferior del anillo de empaque. Después de calibrado, el sensor principal es mantenido a temperatura aproximadamente 2 minutos hasta A_w menores de 0.80.

Figura N°38: Muestras a medir



- Luego el sensor principal es fuertemente asegurado al contenedor de muestra lleno a través de un especial cierre y se procede a medir la a_w de las muestras.

Figura N°39: Medición de pH



- Limpiar cuidadosamente el contenedor de la muestra después que la medición ha sido efectuada, igual limpieza es necesaria si el contenedor de la muestra usada para la calibración es también usada para la determinación de la a_w muestra. De otro modo valores falsos pueden obtenerse. Es preferible usar siempre el mismo contenedor para la determinación de la a_w de las muestras.

ANEXO 07: ANALISIS FISICOQUIMICOS

DETERMINACION DE VOLUMEN ESPECÍFICO

Procedimiento

- El procedimiento se realizó un día después del horneado de las galletas.
- Las galletas son pesadas.
- Se colocan las galletas en un recipiente geométrico conteniendo semillas de alpiste.
- Luego se procede a desplazar todas aquellas semillas que fueron desplazadas por las galletas.
- Mediante una probeta o cualquier material medimos la cantidad de volumen que ocuparon las galletas.
- Este procedimiento se realiza por triplicado.

Cálculos

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



Figura N°40: Probeta con semillas de alpiste

MÉTODO COLOROMETRÍA INSTRUMENTAL

Procedimiento

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

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

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

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



Figura N°41: Colorímetro con valores de L^* , a^* y b^*

**ANEXO 08: CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS EN LOS ALIMENTOS Y
COMPUTO AMINOACÍDICO**

Cuadro N° 65: Perfil de Aminoácidos del Trigo y Haba

Aminoácido	Patrón de aminoácidos (mg/g proteína) ¹	Composición de aminoácidos (mg/g proteína)	
		Trigo ²	Haba ³
Isoleucina	30	35	40
Leucina	59	71	71
Lisina	45	31	65
Metionina + Cistina	22	43	7
Fenilalanina + Tirosina	38	80	43
Treonina	23	31	34
Triptófano	6	12	11
Valina	39	47	14

FUENTE: 1(WHO/FAO/2007); 2(FAO, *Contenido de aminoácidos en los alimentos, 1970*); 3(FAO, *Contenido de aminoácidos en los alimentos, 1970*).

Cuadro N°66: Computo químico de Aminoácidos en la Harina de Trigo y Harina de Haba

Aminoácido	Computo Químico	
	Trigo	Haba
Isoleucina	117	133
Leucina	120	120
Lisina	69	144
Metionina + Cistina	195	32
Fenilalanina + Tirosina	211	113
Treonina	135	148
Triptófano	200	183
Valina	121	113

ANEXO 09: ANALISIS REOLOGICO

PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS AMILOGRAFICO

Los métodos estándares para los test con el Amylograph están basados en una muestra con el 14% de Humedad. No obstante como la humedad de la muestra real puede apartarse ligeramente de este valor, es necesario medir el contenido de humedad de la muestra real para determinar el peso correcto de la muestra y de la cantidad de agua para el test.

A partir de la humedad básica (menú “Options” – “Settings”) y de la humedad real de la muestra, el software corrige automáticamente el peso de la muestra y la cantidad de agua a utilizar para el test.

- Preparación de la muestra de las mezclas harina de trigo + harina de haba, según formulación, para una curva de gelatinización (Volumen estándar 80 gr.)
Se adiciona la mezcla en un matraz Erlenmeyer 400mL de Agua destilada + 80 gr de la mezcla de harina y se agita, aproximadamente 50 veces por 30 segundos, para que la suspensión quede perfectamente homogénea y sin grumos.
- Clocamos la muestra en el bol medidor del Amylograph.
- Hacemos Clic en el botón “Start” en la ventana de parámetros para empezar el test.
- El sistema determina automáticamente la tara y en el monitor aparece “tare”.
- Después de terminar la tara, el sistema pide que baje el cabezal medidor a su posición de operación.
- El control de T° primero calienta hasta la T° inicial prefijada (23.7 °C). tan pronto como se alcanza dicha T°, el control comienza a calentar con el índice de calentamiento pre fijado hasta una T° final de 93°C, que se mantiene durante 5 minutos.
- Después de iniciado el test, el monitor muestra un diagrama con dos ejes: x y y, dónde

se representa lo siguiente:

- ✓ Eje x superior: T° en °C
 - ✓ Eje x inferior: tiempo del test en (min).
 - ✓ Eje y: viscosidad en AU (Unidades Amylograph)
-
- Durante el test, se registra el toque (viscosidad) y aparece on line.

 - Cuando transcurre el tiempo del test, la transmisión de datos desde el Amylograph se detiene automáticamente. Con los parámetros estándar:
 - ✓ T° inicial: 30°C
 - ✓ Índice de calentamiento: 1.5 °C/min
 - ✓ Tiempo total del test: 42min + 5min de tiempo de mantenimiento.

PROCEDIMIENTO PARA EL ANALISIS EXTENSOGRAFICO

El método de medición con el extensograph- E está determinado por estándares internacionales y nacionales (por ej. Estándar (CC N° 11473, ISO 5530-2, estándar AACCC N°54-10).

- La preparación de la muestra se realiza en el Farinograph, del cual se obtiene la masa.

- De la masa obtenida se pesa 150 gr y se lleva al boteador del equipo.

- Según el método Brabender del Extensograph, nos pide analizar una muestra 3 veces a distintos tiempos. 30, 60 y 90 min.

- Levantamos la cubierta superior del homogenizador a bolas y colocamos una pieza de

- masa pesada en la caja guía de la masa del homogenizador a bolas.
- Retiramos la masa del homogenizador a bolas.

 - Colocamos la bola de masa en la guía en el medio de la ranura de admisión del rodillo de la masa.

 - Después de una pasada, la masa sale por la parte de adelante del rodillo de la masa en forma de cilindro de forma pareja y queda depositada sobre la ranura delantera

 - Mientras que la masa es formada pasando por el rodillo de la masa, abrir una de las cámaras del gabinete de fermentación, tomar una bandeja de masa del soporte de bandejas y volver a cerrar el gabinete de fermentación.

 - Colocar la bandeja de la masa sobre el soporte delante del rodillo de la masa.

 - Presionar las grampas de la masa con los pasadores guía en las respectivas preformaciones. Al realizarlo los dientes de las grampas de la masa se hunden en la masa y los sostiene así en la bandeja de la masa.

 - Abrimos el gabinete de fermentación y colocamos la bandeja de la masa con la masa sobre el soporte de la bandeja de la masa de gabinete de fermentación.

 - Exactamente luego de transcurrido el tiempo de fermentación determinado retiramos la cámara del gabinete de fermentación la bandeja de la masa.

 - Iniciamos la medición, ponemos en marcha el accionamiento para el dispositivo de extensión.

 - Ahora la palanca de extensión baja la velocidad constante y estura el tramo de masa de la muestra hasta la rotura. La fuerza actuante en el Extensograma se consigna como función del tiempo.

- Después de la rotura de la masa, el gancho de extensión baja aún más hasta su posición final interior y desde allí regresa automáticamente hacia su punto de partida.
- Repetimos el mismo procedimiento para los tiempos de 60 y 90 min.
- Los resultados son:
 - ❖ Resistencia de la extensión
 - ❖ Extensibilidad
 - ❖ Máximo

PROCEDIMIENTO PARA EL ANALISIS FARINOGRÁFICO

Según método Brabender para la determinación farinográfica se requiere de 300gr de harina o mezcla de harinas, en este caso de las mezclas de harina de trigo + harina de haba, según formulación.

- El equipo consta de un mixer donde se le agrega los 300gr de mezcla (harina de trigo + harina de haba).
- Se agrega agua destilada al tanque reservorio del equipo para su homogenizado a 30°C que exige el método.
- Calibración de la balanza interna del equipo.
- El sistema del equipo nos pide como punto de referencia el porcentaje de humedad de la harina, una vez ingresado el dato procedemos a realizar el análisis donde el equipo calculara el porcentaje de agua con respecto a la cantidad de harina para ser agregados al mixer, para la elaboración de la masa.
- Se agrega 300 gr de harina al mixer del Farinógrafo.

- Se agrega 2% de NaCl (para que retenga agua y de elasticidad).
- La cantidad de agua se calculara con el valor del % de agua con respecto al % de humedad, en base a 300 gr de muestra.

- Mezclar por 5 min hasta obtener una masa uniforme.

- Se obtiene como resultado la construcción de farinograma, teniendo 3 curvas construidas:
 - Curva 1: límite superior
 - Curva 2: promedio
 - Curva 3: límite inferior

Además:

Consistencia expresada en FE o U.

- % de absorción de agua corregido
- % de absorción de agua con respecto al % de humedad.

ANEXO 10: DETERMINACION DE PROTEINAS Y FIBRA (PANELA)



CORPORACION DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLINICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCION GENERAL DE POLITICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

Pág. 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N° 3041-15

SOLICITADO POR : ALEGRE AGUILAR GLEISS.
ASMAT DAZA ROSA.

DIRECCION : Av. Perú 209 Dos de Mayo Chimbote.

PRODUCTO DECLARADO : CHANCACA.

CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra.

PRESENTACION DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno transparente.

FECHA DE RECEPCION : 2015-10-26

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2015-10-26

FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 2015-10-26

CONDICION DE LA MUESTRA : En buen estado.

ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico.

CODIGO COLECBI : SS 001467-15

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA
	M - 1
Proteínas (%) Factor 6,25	0,60
Fibra (%)	0,15

METODOLOGIA EMPLEADA

Proteínas : UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.

Fibra : NMX-F-090-1978

NOTA :

- Muestra recepcionada en Laboratorios COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificación del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Octubre 27 del 2015.

DVY/jms

Denís M. Vargas Yepéz
 Jefe de Laboratorio
 Físico Químico
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE
 Rev. 03
 Fecha 2012-07-27

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - I Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752

ANEXO 11: ANALISIS DE PROTEINA (HARINA DE HABA)



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

Pág. 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N° 3039-15

SOLICITADO POR : ALEGRE AGUILAR GLEISS.
ASMAT DAZA ROSA.

DIRECCIÓN : Av. Peru 209 Dos de Mayo Chimbote.

PRODUCTO DECLARADO : HARINA DE HABA.

CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra.

PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno transparente.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2015-10-26

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2015-10-26

FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2015-10-26

CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.

ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico.

CODIGO COLECBI : SS 001457-15

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA
Proteínas (%) Factor 6,25	M - 1 23,77

METODOLOGIA EMPLEADA

Proteínas : UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.

NOTA :

- Muestra recepcionada en Laboratorios COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Octubre 27 del 2015.

DVY/jms

Denis M. Vargas Yepéz
Jefe de Laboratorio
Físico Químico
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE
Rev. 03

Fecha 2012-07-27

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - I Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752

ANEXO 12: ANALISIS DE LAS GALLETAS (T0 Y T4)



CORPORACION DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLINICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

Pág. 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N° 3040-15

SOLICITADO POR : ALEGRE AGUILAR GLEISS,
 ASMAT DAZA ROSA.

DIRECCIÓN : Av. Perú 209 Dos de Mayo Chimbote.

PRODUCTO DECLARADO : GALLETA FORTIFICADA.

CANTIDAD DE MUESTRA : 02 muestras x 200g c/u

PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno cerrada.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2015-10-26

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2015-10-26

FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 2015-10-26

CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.

ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico.

CODIGO COLECBI : SS 001457-15

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA	
	T-0	T-4
Proteínas (%) Factor 6,25	6,68	7,30
Grasa (%)	19,94	21,27

METODOLOGIA EMPLEADA

Proteínas : UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.

Grasa : UNE 64021 1970

NOTA :

- Muestra recepcionada en Laboratorios COLECBI S.A.C.
 - Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
 - Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Octubre 27 del 2015.

DVY/jms

Denis M. Vargas Yepéz
 Jefe de Laboratorio
 Físico Químico
 COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE
 Rev. 03
 Fecha 2012-07-27

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - I Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfax: 043-310752

ANEXO 13: DETERMINACIÓN DE COSTOS

Determinación de costos de producción y determinación del punto de equilibrio de galletas elaboradas con sustitución parcial de harina de habas edulcoradas con panela

1. DETERMINACIÓN DE COSTOS DE VARIABLES

- Número de unidades a elaborar: 320 galletas
- Tiempo de producción: 1 día (8hrs)

Cuadro N°67 Costos de Materia Prima e Insumos

M.P. e Insumos	Cantidad	Unidad	Costo Unitario (S/.)	Costo (s/.)
Harina de Trigo	1	Kg	2.20	2.20
Harina de Haba	1	Kg	4.3	4.3
Manteca	1	Kg	6.0	6.0
Yemas	20	Uni.	0.5	6.6
Polvo de Hornear	1	Paq.	0.7	0.7
Azúcar	2	Kg	2.8	5.6
Sal	1	Paq.	0.8	0.8
Leche en Polvo	1	Paq.	3.0	3.0
Panela	2	Uni.	1.5	3.0
Esencia	1	botella	1.5	1.5
Bolsas	100	Uni.	0.045	4.5
TOTAL				38.20

- Total de Costos de Materias Primas: S/. 38.2

Cuadro N°68: Materiales Indirectos, mano de obra de producción y otros

Materiales Indirectos	cantidad	unidades	Costo unitario	Costo
Combustible Petróleo	0.1667	Galones	12	2.004
Energía Eléctrica	2.7222	Kw – hr	0.325	0.8847
Detergente	0.20	Kg	5.00	1.00
Agua	2.5	m ³	0.6365	1.59
depreciación				0
SUB TOTAL				5.4751

Mano de obra	cantidad	Costo/kg	Kg/Producción	Costo
producción				
Responsables	2	0.7	1	0.7
SUB TOTAL				0.7

Otros	cantidad	unidades	Costo unitario	Costo
Transporte	2	viaje	5	10
SUB TOTAL				10

TOTAL				16.1787
--------------	--	--	--	---------

TOTAL DE COSTOS VARIABLES (CVT): S/. 54.3787 (total de costos de materias primas +Materiales Indirectos, mano de obra de producción y otros)

Total de Costos Variables (CVT): S/. 54.3787

Luego:

- Costo Variable Total (CVT): S/.54.3787
- N° de bolsas : 53
- Costo Variable Unitario (CVU) = (54.3787/53)

CVU = S/. 1.026 x bolsa

2. DETERMINACIÓN DE COSTOS FIJOS

2.1. Por depreciación de equipos y materiales

Equipos y Materiales	cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)	Vida útil	Depreciación
Horno	1	43134.52	43134.52	10	11.82
Coche max 1000	6	3276.17	19657.02	10	5.39
Mesa acero inoxidable	2	3855.88	7711.76	10	2.11
Balanza (0-10 kg)	1	85	85	5	0.05
Balanza digital (0-1 kg)	1	120	120	5	0.07
Jarra plástico (2 Lts.)	2	4	8	3	0.01
Guardapolvos	3	30	90	2	0.12
Gorra y mascarillas	3	2	6	0.5	0.03
Mantenimiento de Equipos	4	50	200	0.08	6.65
SUB TOTAL					26.25

2.2. Por depreciación de Infraestructura

- Valor del metro cuadrado de área techada = S/. 406.70
- Área de la planta piloto = 528.8 m²
- Valor de la infraestructura = S/. 215062.96
- Vida útil = 30 años
- Depreciación por día de trabajo = S/. 23.59
- Área de panificación = 8.935% (528.8) = 47.25 m²
- Depreciación para línea de mermelada = S/. 2.14

2.3. Por gastos administrativo

- En esta sección se considera el pago al director de planta, al jefe de control de calidad, persona encargada de almacén, encargado de la comercialización,

secretaria, encargado de limpieza. El monto asciende aproximadamente a S/. 3750 mensuales.

- Tomando en cuenta solo la línea de panificación 8.935%, el total de gastos administrativos que proporciona será de S/: 564.38 mensuales y de S/: 18.81 por día de producción

2.4.Otros gastos

Cuadro N°68: Otros gastos Administrativos

OTROS GASTOS	COSTO POR MES (S/.)	COSTO POR DÍA (S/.)
LUZ	30	1.2
AGUA	20	0.8
MATERIALES OFICINA	50	2
TELEFONO	55	1.8
IMPUESTOS	120	4
SUB TOTAL		9.8

2.5.Determinación de costos fijos totales (CFT)

MOTIVO	COSTOS POR DIAS DE PRODUCCIÓN (S/.)
Depreciación de equipos y materiales	26.25
Depreciación de infraestructura	2.14
Gastos administrativos	18.14
Otros gastos	9.8
TOTAL	56.33

- **Determinación del Costo Total de Producción (CTP)**

$$CTP = CVT + CFT$$

$$CTP = 54.3787 + 56.3$$

CTP = 110.7087

- **Determinación del costo de producción por unidad (CPU)**

$$\text{CPU} = \text{CTP} / n$$

Dónde: CTP = 110.7087

n= 53 bolsas

$$\text{CPU} = 2.088$$

- **Determinación de la ganancia por unidad**

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

Dónde:

PV: precio de venta

CPU = costo por producción por unidad = 2.088

$$\text{GPU} = 2.5 - 2.088$$

$$\text{GPU} = 0.412$$

- **Determinación del punto de equilibrio**

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

Dónde:

CFT = costos fijos

PV = precio de venta

CVU = costo variable unitario

$$\text{PE} = 38.21 \approx 38 \text{ paquetes}$$

- **Determinación de la ganancia por producción (GP)**

$$\text{GP} = (\text{cantidad producida} - \text{punto de equilibrio}) * (\text{PV} - \text{CVU})$$

$$\text{GP} = (53 - 38.21) * (2.5 - 1.026)$$

$$\text{GP} = 21.08$$

ANEXO 14: BALANCE DE MATERIA

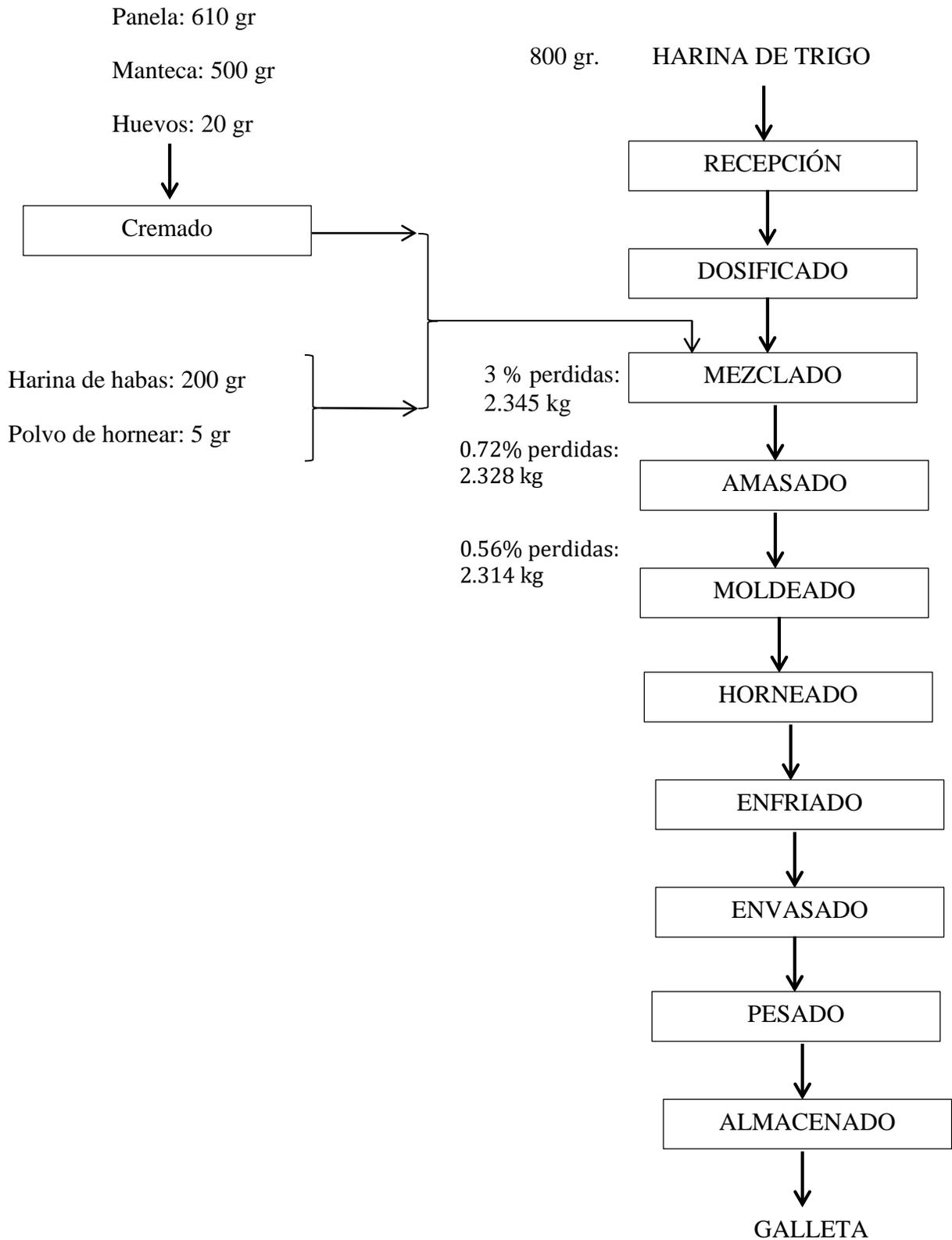


Figura N°42: Balance de materia

ANEXO 15: BALANCE DE ENERGIA EN EL HORNO

El consumo de combustible (petróleo) se da solo cuando trabaja el quemador (30 min. para el levante de temperatura y 10 min por cada hora de horneado). El horno rotatorio de convección Nova trabaja con combustible Diesel-2 a razón de 1 gl/hora.

Para los cálculos de balance de energía en la producción de galletas fortificadas usando panela como edulcorante nos basamos en un día de producción en la Planta Piloto Agroindustrial para 3 repeticiones de 320 galletas para cada batch (2 formulaciones por cada batch), cada batch con un tiempo de horneado de 15 minutos.

1. PRODUCCION DE CALOR POR COMBUSTION EN EL HORNO (Q_c):

Datos de la planta:

- Tipo de combustible: Petróleo Dienes 2
- Calor de combustión: 45500 KJ/Kg
- Consumo global en el horno: 1 galón/hora
-

Hallamos el consumo de combustible para 1 batch

$$\begin{array}{lcl} 1 \text{ galón} & \longrightarrow & 60 \text{ minutos} \\ X & \longrightarrow & 15 \text{ minutos} \end{array}$$

$$X = 0.25 \text{ gl.}$$

Se sabe que:

$$\rho = 3.67 \text{ Kg/gl}$$

$$\text{masa} / \text{volumen} = \rho$$

Entonces:

$$\text{Masa} = 3.67 \frac{\text{Kg}}{\text{gl}} \times 0.25 \text{ gl} = 0.9175 \text{ Kg}$$

Hallando la producción de calor en 1.5 hrs:

$$Q_c = 45500 \times 0.9175 = 41746.25 \text{ KJ}$$

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

$$Q_c = 41746.25 \text{ KJ} = 9977.5932122 \text{ Kcal}$$

$$Q_c = 9977.5932122 \text{ Kcal}$$

2. REQUERIMIENTO DE CALOR POR LA MASA DE GALLETA (Q_p)

$$Q_p = m_p \times C_p \times \Delta T \quad \text{----- (1)}$$

Datos:

- Cantidad de galletas por bandeja = 40 c/bandeja
- Numero de bandejas a trabajar = 8
- Numero de galletas = $320 \times 3 = 960$ galletas
- Masa de la galleta = 7.26 kg
- $\Delta T = 140^\circ\text{C} - 27^\circ\text{C} = 113^\circ\text{C}$

❖ Calculando la Capacidad Calorífica de la Galleta Fortificada (C_p):

$$C_p = 1.424m_g + 1.549m_p + 1.675m_f + 0.837m_c + 4.187m_h$$

Cuadro N°69: Composición proximal de la galleta fortificada

COMPOSICION	%
$m_g =$ masa de carbohidratos	68.51
$m_p =$ masa de proteínas	7.3
$m_f =$ masa de grasa	21.27
$m_c =$ masa de cenizas	1.39
$m_h =$ masa de agua	0.825

$$C_p = 1.424(0.685) + 1.549(0.073) + 1.675(0.2127) + 0.837(0.0139) + 4(0.0825)$$

En la ecuación (1):

$$Q_p = (7.26 \text{ kg}) \cdot (1.786 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}) \cdot (113^\circ\text{C})$$

$$Q_p = 1465,19868 \text{ Kcal}$$

3. REQUERIMIENTO DE CALOR DEL CARRITO Y LAS BANDEJAS (Q_{CB}):

3.1. De los carritos (Q_{carrito}):

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

Datos:

$$M_{\text{carrito}} = 20 \text{ Kg c/u} \times 3 \text{ batch} = 60 \text{ Kg}$$

$$C_{\text{acero}} = 0.50 \text{ KJ/Kg}^\circ\text{C} = 0.1194225 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

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

$$Q_{\text{carrito}} = (60 \text{ Kg}) (0.1194225 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}) (115^\circ\text{C})$$

$$Q_{\text{carrito}} = 824.01525 \text{ Kcal}$$

3.2. De las bandejas (Q_{bandejas}):

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

Datos:

$$\text{Numero de bandejas} = 8 \text{ unidades} \times 3 \text{ batch} = 24 \text{ bandejas}$$

$$\text{Peso de cada bandeja} = 1.2 \text{ Kg}$$

$$m_{\text{bandejas}} = 54 \text{ Kg}$$

$$C_{\text{aluminio}} = 0.50 \text{ KJ/Kg}^\circ\text{C} = 0.1194225 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 140^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C} = 115^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{bandejas}} = (28.8 \text{ Kg})(0.1194225 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C})(115^\circ\text{C})$$

$$Q_{\text{bandejas}} = 395.52732 \text{ Kcal}$$

Entonces:

$$Q_{\text{cb}} = Q_{\text{carrito}} + Q_{\text{bandeja}}$$

$$Q_{\text{cb}} = (824.01525 + 395.52732) \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{cb}} = 1219.54257 \text{ Kcal}$$

4. PERDIDAS DE CALOR EN EL HORNO

4.1. Perdida de calor por radiación (Q_r):

La ecuación de Stefan Boltzman el calor neto de adsorción es:

$$Q_r = A \cdot \varepsilon \cdot \sigma (T_1^4 - T_2^4) \quad \text{----- (2)}$$

Datos:

A: área de las placas expuestas a calentamiento del horno (m^2) = 6.79 m^2

ε : Emisividad de la superficie de las placas (adimensional) = 0.039

σ : Constante de Stefan – Boltzmann ($\text{W/M}^2\text{K}^4$) = 5.668 x 10⁻⁸

W/

T^1 : Temperatura inicial de las placas ($^\circ\text{K}$)

T^2 : temperatura más alta luego de calentar las placas ($^\circ\text{K}$)

Reemplazando en la ecuación (2):

$$Q_r = (6.79 \text{ m}^2)(0.039)(5.668 \cdot 10^{-8} \text{ W/M}^2\text{K}^4)(413^4 - 298^4) \text{ K}^4$$

$$Q_r = 315.105 \text{ W} \times \frac{1 \text{ J/seg}}{1 \text{ W}} \times \frac{3600 \text{ seg}}{1 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ cal}}{4.186 \text{ J}} \times \frac{1 \text{ k}}{1000}$$

$$Q_r = 273.754 \text{ Kcal / hx3.75h}$$

$$Q_r = 1026.578 \text{ Kcal}$$

4.2. Perdida de calor por conducción (Q_{cd}):

La ecuación de la Ley de Fourier:

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

Ecuación para varios materiales:

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

Dónde:

- $T_1; T_2$ = 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 respectivamente
 $K_A; K_B; K_C$ = Conductividad térmica
 $A_1; A_2; A_3$ = Áreas de las placas expuestas al calentamiento

Datos:

$$T_1 = 130^\circ\text{C} = 403 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$T_2 = 323 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$K_A = 47.5 \text{ W/m}^\circ\text{K} ; K_B = 0.05 \text{ W/m}^\circ\text{K} ; K_C = 0.8 \text{ W/m}^\circ\text{K}$$

$$\Delta X_A = 0.01 \text{ m} ; \Delta X_B = 0.1 \text{ m} \quad \Delta X_C = 0.03 \text{ m}$$

$$A_1 = 6.2289 \text{ m}^2 ; A_2 = 6.2289 \text{ m}^2 \quad A_3 = 0.2336 \text{ m}^2$$

$$Q_{cd} = \frac{(403 - 323)0_K}{2\left(\frac{0.01m}{47.5W/m^\circ K \times 6.2289 m^2}\right) + \left(\frac{0.1m}{0.05W/m^\circ K \times 6.2289 m^2}\right) + \left(\frac{0.03m}{0.8W/m^\circ K \times 0.2336 m^2}\right)}$$

$$Q_{cd} = 166.085W = 142.833 \text{ Kcal/h} * 3.75h = 535.624 \text{ Kcal}$$

$$Q_{cd} = 535.624 \text{ Kcal}$$

4.3. Pérdidas de calor por convección (Q_{cv}):

La ecuación de transferencia de calor por convección es:

Dónde:

$$Q_{cv} = h.A (T_w - T_b) \quad \text{----- (3)}$$

h = Coeficiente de transferencia de calor ($W/m^2\text{°K}$)

A = Área de las placas de calentamiento (m^2)

T_w = Temperatura de las placas al ser calentadas (°K)

T_b = Temperatura del aire exterior del horno (°K)

Además:

$$h = (K/L)a(N_{Gr}-N_{Pr})^m \quad \text{----- (4)}$$

Dónde:

K = Conductividad termica del aire ($W/m\text{°K}$)

a = Constante (adimensional)

N_{Gr} = Número de Grashof (adimensional)

N_{Pr} = Número de Prandtl (adimensional)

m = constante

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

También:

$$N_{Gr} = \frac{L^3 \cdot \delta^2 \cdot g \cdot \beta (\Delta T)}{\mu^2} \quad \text{----- (5)}$$

Dónde:

δ = Densidad del aire (Kg/m^3)

- g = Aceleración de la gravedad (m^3/s^2)
 β = Coeficiente volumétrico de expansión térmica ($^{\circ}C^{-1}$)
 ΔT = Variación de temperatura Pura ($^{\circ}C^{-1}$)
 μ = Viscosidad del aire (Kg/m.s)

Así como:

$$\beta = \frac{1}{T_g} \quad \text{----- (6)}$$

Dónde:

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

Y:

$$T_g = \frac{T_w + T_b}{2} \quad \text{----- (7)}$$

4.3.1. Por convección interna ($Q_{cov.int}$):

Datos del diseño interior del horno:

- A = 6.46 m²
 T_w = 130 $^{\circ}C$ = 403 $^{\circ}K$
 T_b = 27 $^{\circ}C$ = 298 $^{\circ}K$
L = 1.75m
 T_g = 78.5 $^{\circ}C$ = 350.5 $^{\circ}K$
 β = 0.01274 $^{\circ}C^{-1}$

Además:

- A = 0.54
m = 0.25
 ΔT = 103 $^{\circ}C$

Datos de tablas: (Karlekar, 1994, Apéndice G-2 Pág. 772)

- K = 0.026748W/m $^{\circ}K$

$$\begin{aligned}
N_{Pr} &= 0.60247 \\
\delta &= 0.84193 \text{ Kg/m}^2 \\
g &= 9.8 \text{ m/s}^2 \\
\mu &= 1.84039 \times 10^{-5} \text{ Kg/ m.s}
\end{aligned}$$

Reemplazando datos:

$$N_{Gr} = \frac{(1.75\text{m})^3(0.84196\text{Kg/m}^3)^2(9.8\text{m/seg}^2)(0.01274^\circ\text{C}^{-1})(103^\circ\text{C})}{(1.84039 \times 10^{-5} \text{ Kg/m.s})^2} = 1.08338 * 10^{11}$$

$$h = \left(\frac{0.026748 W_o K}{1.75 m} \right) 0.54 (1.08338 * 10^{11} - 0.60247)^{0.25} = 4.73524 W / m^2 o K$$

$$Q_{cov.int} = (4.73524 W / m^2 o k)(6.46 m^2)(403 - 298)^\circ K = 3150.7356 W$$

$$Q_{cov.int} = 2709.6327 \text{ Kcal/h} * 3.75 = 10161.1226 \text{ Kcal}$$

$Q_{cov.int} = 10161.1226 \text{ Kcal}$

4.3.2. Por convección externa ($Q_{cov.ext}$):

Datos de diseño exterior del horno:

$$\begin{aligned}
A &= 12.90 \text{ m}^2 \\
T_w &= 50^\circ\text{C} = 323^\circ\text{K} \\
T_b &= 27^\circ\text{C} = 300^\circ\text{K} \\
L &= 1.93 \text{ m} \\
T_g &= 38.5^\circ\text{C} = 310.5^\circ\text{K} \\
\beta &= 0.02597^\circ\text{C}^{-1}
\end{aligned}$$

Además:

$$\begin{aligned}
A &= 0.54 \\
m &= 0.25
\end{aligned}$$

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

Datos de tablas: (Karlekar, 1994, Apéndice G-2 Pág. 772)

$$\begin{aligned} K &= 0.0271117\text{W/m}^{\circ}\text{K} \\ N_{Pr} &= 0.70547 \\ \delta &= 1.136138 \text{ Kg/m}^2\text{g} \\ g &= 9.8 \text{ m/s}^2 \\ \mu &= 2.00416 \times 10^{-5} \text{ Kg/ m.s} \end{aligned}$$

Reemplazando datos:

$$N_{Gr} = \frac{(1.93\text{m})^3(1.136138\text{Kg/m}^3)^2(9.8\text{m/seg}^2)(0.02597^{\circ}\text{C}^{-1})(23^{\circ}\text{C})}{(2.00416 \times 10^{-5} \text{ Kg/m.s})^2} = 1. *10^{11}$$

$$h = \left(\frac{0.0271117\text{W}^{\circ}\text{K}}{1.93\text{m}} \right) 0.54(1.35237 * 10^{11} - 0.70547)^{0.25} = 4.5999\text{W/m}^2\text{K}$$

$$Q_{cov.ext} = (4.5999\text{W/m}^2\text{k})(12.90\text{m}^2)(323-300)^{\circ}\text{K} = 1364.79\text{W}$$

$$Q_{cov.ext} = 1173.719\text{Kcal/h} * 3.75 = 4401.446\text{Kcal}$$

$$Q_{cov.ext} = 4401.446 \text{ Kcal}$$

$$Q_{cov.total} = Q_{cov.int} + Q_{cov.ext} = 14562.567 \text{ Kcal}$$

Por lo tanto, las pérdidas totales son (Q_T):

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

----- (8)

Reemplazando datos en (8) tenemos:

$$Q_T = 18809.5103 \text{ Kcal}$$