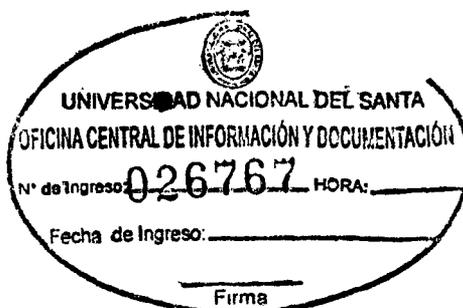




UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**“ EFECTO DE LA ADICIÓN DE ACIDO ASCORBICO
Y HARINA DE PLÁTANO (MUSA PARADISIACA)
EN LAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS
DE UN PAN DE MOLDE FUNCIONAL ”**

AUTORES

**Bach. ALONSO ROSSEL SHEYLA MARGARITA
Bach. MONTERO NUÑEZ SUSAN EVELYN**

ASESORA:

Dra. LUZ MARÍA PAUCAR MENACHO

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



HOJA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

El presente trabajo de tesis titulada “Efecto de la Adición del Ácido Ascórbico y Harina de Plátano (*Musa Paradisiaca*) en las Características Tecnológicas de un Pan de Molde Funcional”, ha contado con el asesoramiento de la Dra. Luz María Paucar Menacho, de quien deja constancia de su aprobación. Por tal motivo, firmo el presente trabajo en calidad de Asesor.



Dra. Luz María Paucar Menacho
ASESORA

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

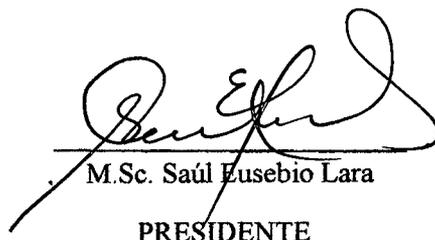


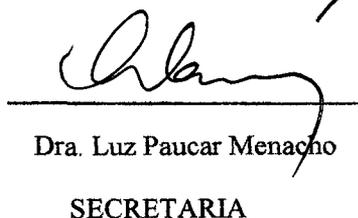
HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO

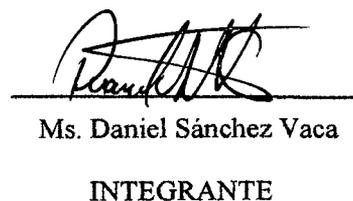
“Efecto de la Adición del Ácido Ascórbico y Harina de Plátano (*Musa Paradisiaca*) en las Características Tecnológicas de un Pan de Molde Funcional”

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Revisado y Aprobado por el jurado evaluador:


M.Sc. Saúl Eusebio Lara
PRESIDENTE


Dra. Luz Paucar Menacho
SECRETARIA


Ms. Daniel Sánchez Vaca
INTEGRANTE

DEDICATORIA

A MIS PADRES EN ESPECIAL A MI LINDA MADRE QUE CON SU APOYO HE PODIDO LOGRAR UNO DE MIS OBJETIVOS, Y SER MÍ EMPUJE PARA SEGUIR EN MI LUCHA Y PODER LOGRAR MIS METAS.

LUZMILA NUÑES VILLEGAS

Y

JORGE MONTERO CALLE

A MIS HERMANOS QUE SIEMPRE ESTAN EN LAS BUENAS Y EN LAS MALAS. JAHIR, KAROL Y CORINA

A MI ESPOSO Y MIS HIJAS POR ESTAR SIEMPRE JUNTO A MI DIA A DIA Y SER MI MOTIVO PARA PROGRESAR EN LA VIDA.

SERGIO, DAYANA Y ZOE

A MIS MAESTROS, MIS AMIGOS CON LOS QUE HE COMPARTIDO MOMENTOS EN TODO ESTE TIEMPO DE NUESTRA VIDA UNIVERSITARIA EN ESPECIAL A BERENICE, LIESLY, CARMEN, MELISA, MILAGROS, MAYRA Y CARLA

MONTERO NUÑEZ SUSAN EVELYN

DEDICO ESTE TRABAJO A MIS
PADRES LOS CUALES SIEMPRE ME
APOYARON Y ME INCENTIVARON
PARA TERMINAR Y CONSEGUIR MIS
OBJETIVOS LOGRANDO CONCLUIR
HOY CON ESTA META.

CARMITA DEL ROSARIO
ROSSELMARIN
Y
JULIO CESAR ALONSO ALONSO

A LOS DOCENTES DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL
SANTA POR SU
CONOCIMIENTOS
TRANSFERIDOS DURANTE
TODA MI CARRERA
UNIVERSITARIA POR
BRINDARME SU APOYO
DURANTE MI FORMACION.

A MIS COMPAÑEROS EN ESPECIAL A
MIS AMIGAS LAS CUALES SIEMPRE
ESTUVIERON CONMIGO Y ME
BRINADARON SU APOYO
INCONDICIONAL CON LAS CUALES
COMPARTIMOS BUENOS MOMENTO
GRACIAS A ELLAS QUE NUNCA
DEJARON DE CONFIAR EN MI.

**MELISSA, LIESLY, CARMEN,
BERENICE, MAYRA**

ALONSO ROSSEL SHEYLA MARGARITA

AGRADECIMIENTO

A DIOS POR DARNOS FUERZA Y FE PARA SEGUIR LOGRANDO NUESTRAS METAS.

A NUESTRAS FAMILIAS POR SER LO PILARES DE NUESTRA VIDA.

A NUESTRA ASESORA POR SU ENTREGA, PACIENCIA Y COMPROMISO EN LA ASESORIA DE NUESTRA INVESTIGACION.

A LOS DOCENTES DE LA E.A.P. INGENIERIA AGROINDUSTRIAL POR TODO EL APOYO ACADEMICO OTORGADO DURANTE NUESTRA VIDA UNIVERSITARIA.

UN AGRADECIMIENTO EN ESPECIAL A EL ING. PEDRO AYALA, ING. JOHN GONZALES, ING. LENIN PALACIOS, ING. NILTHON SANTAMARIA Y LA SEÑORITA SILVIA HUACACOLQUI POR TODO SU APOYO BRINDADO DURANTE LA INVESTIGACION Y ASI PODER CONCLUIR CON ESTA TESIS

RESUMEN

“Efecto de la adición de ácido ascórbico y Harina de Plátano (*Musa Paradisiaca*) en las características tecnológicas de un Pan de Molde Funcional”.

El concepto de los alimentos ha cambiado considerablemente en el mundo, desde su importancia crítica para la supervivencia o la simple satisfacción del hambre.

En la última década, la promesa de alimentos que promocionarían una mejor salud y bienestar, contribuyendo a evitar el riesgo de enfermedades crónicas prevalentes, como las enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas, el cáncer, la obesidad, la diabetes, la osteoporosis y otras, representa una nueva vuelta de tuerca en la búsqueda de la trascendencia a través de la comida. . En este trabajo de investigación, se elaboró un pan de molde con sustitución de harina de plátano con el objetivo de aprovechar uno de los recursos con que contamos en abundancia como lo es el plátano (*Musa Paradisiaca*) para la elaboración de un pan de molde, así mismo evaluar el efecto que tiene el ácido ascórbico sobre la calidad del mismo en el producto terminado. Las formulaciones fueron realizadas utilizándose un delineamiento factorial completo 2^2 , considerando como variables independientes los niveles de harina de Plátano y Ácido ascórbico sustitución en el producto terminado. Los efectos de estas variables fueron evaluadas en función a las características físico-químicas (volumen específico y color de miga) y propiedades sensoriales realizadas con 30 panelistas. Los resultados fueron analizados utilizando el programa Statistics 5.0 (Metodología de Superficie de Respuestas - MSR), indicando que la adición del ácido ascórbico y harina de plátano no tuvieron influencia respecto a nuestro pan de molde, el cual concluimos que nuestras formulaciones 9, 10 y 11 con condición de punto central o repeticiones indican la buena repetitividad del proceso de elaboración de los panes de molde.

Uno de ellos es el pan de molde, que a manera de erradicar y combatir los problemas de salud y la alza de precios, son los alimentos funcionales representado en este caso por el pan de molde, los que brindan una alternativa de solución no solo a estas deficiencias. Pues nadie duda que el pan siempre llegue a la mesa de todos, hasta de los más pobres.

ABSTRACT

"Effect of the addition of ascorbic acid and Banana Flour (Musa Paradise) on the technological characteristics of a Functional Bread."

The concept of food has changed considerably over the world, from its critical for the survival or the simple satisfaction of hunger importance. In the last decade, the promise of food that would promote better health and wellbeing, helping to prevent the risk of prevalent chronic diseases such as cardiovascular and neurodegenerative diseases, cancer, obesity, diabetes, osteoporosis and other, represents a new twist in the search for transcendence through food. In this research, a loaf of bread was made with plantain flour substitution in order to take advantage of one of the resources we have in abundance as is the banana (Musa Paradise) for the development of a loaf of bread, so as to evaluate the effect of ascorbic acid on the same quality in the finished product. The formulations were performed used a full factorial outline 2², considering as independent variables levels of banana flour and ascorbic acid substitution in the finished product. The effects of these variables were evaluated based on the physico-chemical properties (specific volume and crumb color) and sensory properties performed with 30 panelists. The results were analyzed using Statistics 5.0 program (Surface Methodology Answers - MSR), indicating that the addition of ascorbic acid and banana flour had no influence regarding our bread, which we

conclude that our formulations 9, 10 and 11 repetitions condition central point or indicate good repeatability of the process of preparing the loaves.

One is the bread, which way to eradicate and combat health problems and rising prices, functional foods are represented in this case by loaf, which provide an alternative solution not only these deficiencies. For no doubt that the bread always comes to the table of everyone, even the poorest.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1	Definición de pan de molde.....	4
2.2	Alimentos funcionales	4
2.3	Efecto de la adición de ácidos ascórbico y harina de plátano (musa paradisiaca) en las características tecnológicas de un pan de molde funcional.	6
2.3.1	Materia prima.....	6
2.3.1.1	El trigo.....	6
2.3.1.2	El plátano	24
2.3.2	Insumos.....	32
2.3.2.1.	Ácido ascórbico	32
2.3.2.2	Levadura.....	39
2.3.2.3	Agua	43
2.3.2.4	Mejorador de masa.	45
2.3.2.5	Sal.....	50
2.3.2.6	Azúcar.....	51
2.3.2.7	Grasas	52
2.3.3	Materiales de embalaje.....	54
2.4	Proceso tecnológico	57
2.4.1	Recepción	57
2.4.2	Formulación para el pan de molde	58
2.4.3	Pesado de materia prima.....	58
2.4.4	Amasado	59
2.4.5	División o corte y pesado	62
2.4.6	Boleado y moldeado	62
2.4.7	Fermentación	63
2.4.7.1	Fermentación controlada	63
2.4.7.2	Proceso	64
2.4.7.3	Temperatura de bloqueo	64
2.4.7.4	Temperatura de mantenimiento.....	64

2.4.7.5	Temperatura de Fermentación.....	65
2.4.7.6	Efectos de la temperatura y humedad.....	65
2.4.8	Horneado	66
2.4.9	Enfriado	68
2.4.10	Rebanado y embolsado.....	68
2.4.11	Almacenamiento	69
2.4.12	Evaluación sensorial.....	69
2.5	Control de calidad	70
2.5.1	Conceptos fundamentales.....	70
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1	Lugar de ejecución	81
3.2	Materiales.....	81
3.2.1	Materia prima	81
3.2.2	Insumos.....	82
3.3	Equipos e instrumentos y otros materiales	84
III.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	
4.1	Caracterización de la materia prima	94
4.1.1.	Caracterización de la harina de trigo.....	94
4.1.2.	Caracterización de la harina de plátano.....	95
4.2	Evaluación de la calidad de los panes.....	96
4.2.1	Volumen específico.....	96
4.2.2	Color de miga	98
4.2.3	Análisis sensorial	105
4.3	Costos de producción	109
4.4	Puntos críticos de control	111
IV.	CONCLUSIONES	112
V.	RECOMENDACIONES	113
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	114
	ANEXOS	117

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Principales Productores Mundiales de Trigo.....	7
Tabla 2: Composición Porcentual de la Harina de trigo.....	13
Tabla 3: Proteínas de la harina	17
Tabla 4: Principales Sucedaneos de trigo en nuestro país	20
Tabla 5: Composición Químico proximal de Sucedáneos del trigo	22
Tabla 6: Valor Nutricional de plátano	30
Tabla 7: Composición nutricional de la harina de plátano verde	32
Tabla 8: Formulación utilizada para o producción de panes	86
Tabla 9: Niveles de las variables independientes del DCCR 2 ²	87
Tabla 10: Valores codificados y valor reales del DCCR 2 ²	88
Tabla 11: Composición porcentual (%) de la harina de trigo.....	96
Tabla 12: Composición porcentual (%) de la harina de plátano.....	95
Tabla 13: Volumen Especifico en los panes de molde.....	96
Tabla 14: Coeficiente de regresión para la respuesta volumen especifico de los panes de molde	97
Tabla 15: Luminosidad de la Miga de los panes de molde.....	98
Tabla 16: Coeficiente de regresión para la respuesta luminosidad de la Miga de los panes de molde.....	99
Tabla 17: Análisis de varianza para la respuesta luminosidad de la miga de los panes de molde	100
Tabla 18: Cromacidad de la miga en los panes de molde.....	101

Tabla 19: Coeficiente de regresión para la respuesta cromacidad de la miga de los panes de molde.....	102
Tabla 20: Angulo de tonalidad de la miga de los panes de molde	103
Tabla 21: Coeficiente de regresión para la respuesta del ángulo de tonalidad de la miga en los panes de molde	103
Tabla 22: Análisis de la varianza para la respuesta del ángulo de tonalidad de la miga en los panes de molde.	104
Tabla 23: Respuesta del análisis sensorial de los panes de molde	105
Tabla 24: Coeficiente de regresión para la respuesta de Aroma de los panes de molde	106
Tabla 25: Coeficiente de regresión para la respuesta de Textura de los panes de molde	106
Tabla 26: Análisis de variancia para la respuesta de textura de los panes de molde	107
Tabla 27: Coeficiente de regresión para la respuesta de Sabor de los panes de molde	109
Tabla 28: Costos de producción	110
Tabla 29: Composicion Aproximal del Pan de Molde	134
Tabla 30: Costo de Materia Prima e insumos.....	143
Tabla 31: Materiales Indirectos, mano de obra de producción y otros.....	144
Tabla 32: Depresiacion de equipos y materiales	145
Tabla 33: Otros gastos administrativos.....	146
Tabla 34: Costos fijos total	147
Tabla 35: Análisis de peligros – Procesos	156
Tabla 36: Ficha de Evaluación de Análisis sensorial	164

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura del grano de trigo	12
Figura 2: Plátano Verde	24
Figura 3: Efecto del ácido ascórbico en la harina	38
Figura 4: Efecto del ácido ascórbico en el pan	38
Figura 5: Diagrama de flujo utilizado en el proceso.....	91
Figura 6: Superficie de respuesta para la Luminosidad de la miga	101
Figura 7: Superficie de respuesta para la Cromacidad de la miga	104
Figura 8: Superficie de respuesta para la Textura de la miga	108
Figura 9: Evaluación extensografo Muestra 1	119
Figura 10: Evaluación extensografo Muestra 3	120
Figura 11: Evaluación Amilograma Mezcla 1	121
Figura 12: Evaluación Amilograma Mezcla 2	122
Figura 13: Determinación de colorimetría de materia prima	125
Figura 14: Determinación de colorimetría de miga de pan.....	126
Figura 15: Determinación de volumen específico	127
Figura 16: Balance de Materia	129
Figura 17: Diagrama de Operaciones.....	131
Figura 18: Degustación	164

INDICE DE ANEXOS:

ANEXO 1: Análisis Reologicos de la mezcla harina de plátano , harina de trigo y acido ascórbico	118
ANEXO 2: Análisis Porcentual de Proteínas de la harina de trigo y harina de plátano	123
ANEXO 3: Análisis fisicoquímicos al pan de molde	124
ANEXO 4: Balance de Materia	128
ANEXO 5: Diagrama de flujo	130
ANEXO 6: Balance de Energía	132
ANEXO 7: Costos de producción	142
ANEXO 8: Análisis de peligro y determinación de los puntos críticos de control	149
ANEXO 9: Análisis Sensorial	163

I. INTRODUCCIÓN

El concepto de los alimentos ha cambiado considerablemente en el mundo, desde su importancia crítica para la supervivencia o la simple satisfacción del hambre.

En la última década, la promesa de alimentos que promocionarían una mejor salud y bienestar, contribuyendo a evitar el riesgo de enfermedades crónicas prevalentes, como las enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas, el cáncer, la obesidad, la diabetes, la osteoporosis y otras, representa una nueva vuelta de tuerca en la búsqueda de la trascendencia a través de la comida. Este concepto de los alimentos como elixires mágicos de salud no es nuevo, pues la creencia en el poder medicinal de los alimentos es tan antigua como la historia escrita de la humanidad. Lo que sí es nuevo es la explosión de interés por los alimentos presuntamente saludables o curativos, que tiene mucho que ver con la demanda creciente de los consumidores del primer mundo, donde una población con una notable esperanza de vida y una edad media y poder adquisitivo cada vez mayores aspira a un perenne bienestar físico y mental.

El pan forma parte del grupo de alimentos que han constituido la base de la alimentación de todas las civilizaciones debido a sus características nutritivas, su moderado precio y a la sencillez de la utilización culinaria de su materia prima, los cereales a lo largo de la historia de las culturas, el pan se ha ido elaborando con el cereal disponible en la zona o con la variante modificada más resistente. Así se tiene, por ejemplo, que el trigo así como los otros cereales se han empleado el maíz; el arroz etc. Si bien el inicio es incierto podemos afirmar que el progreso del pan se dio

por tres vías posibles, la evolución de los elementos mecánicos para pulverizar los granos (molinos), los medios de calor (los hornos), el perfeccionamiento de la masa (aditivos) y la fermentación con microorganismos (levaduras). Es aquí, donde el ácido ascórbico, siendo uno de los aditivos más conocidos y usados, proporciona a la masa fuerza y tenacidad lo que contribuye a un aumento en el volumen del pan y a mejorar los procesos de obtención del mismo sin descuidar las características de sabor, textura y otras. Como vemos, los panes son parte de la dieta alimenticia diaria, pero no sólo encontramos en el mercado el pan común, sino que podemos darnos cuenta que existen diferentes formas de presentación del pan dependiendo del gusto del consumidor. Uno de ellos es el pan de molde, que a manera de erradicar y combatir los problemas de salud y la alza de precios, son los alimentos funcionales representado en este caso por el pan de molde, los que brindan una alternativa de solución no solo a estas deficiencias. Pues nadie duda que el pan siempre llegue a la mesa de todos, hasta de los más pobres.

El plátano (*Musa Paradisiaca*) representa la cuarta fuente de energía para países en vías de desarrollo después del maíz, arroz y trigo. Debido a la alta concentración de almidón, el procesamiento del plátano verde como harina y almidón es de interés como una posible fuente de importancia para la alimentación con propósitos industriales .

En Perú y otros países tropicales el trigo que se consume es importado pero puede ser mezclado con otros cereales y vegetales con alto contenido de almidón, que podrían constituirse en fuentes de nutrientes disponibles localmente y menos costosas.

El uso de la harina de plátano en estado inmaduro , en la elaboración del pan , es de

gran interés , debido a que presenta una fracción muy considerable de almidón resistente ; a la vez puede ser una fuente de compuestos antioxidantes naturales .

En el presente Proyecto de Investigación, se propone aprovechar de uno de los recursos con que contamos en abundancia como lo es el plátano (*Musa Paradisiaca*) para la elaboración de un pan de molde, así mismo evaluar el efecto que tiene el ácido ascórbico sobre la calidad del mismo, teniendo como objetivos específicos lo siguiente:

- Determinar la formulación óptima e las mezclas de harina de trigo, harina de Plátano (*Musa Paradisiaca*) y la adición de ácido ascórbico en la elaboración de pan de molde.
- Evaluar las características fisicoquímicas Reológicas
- Evaluar la calidad organolépticas del pan de molde con sustitución parcial de harina de plátano (*Musa Paradisiaca*)

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1. Definición del pan de molde:

- El **pan de molde** es un tipo de pan que se caracteriza por tener una textura muy blanda. Suele conservarse mucho más tiempo tierno en comparación al resto de los panes. Su contenido en grasas es mayor que el pan común, ya que a diferencia de este último, acostumbra llevar grasas, leche y huevo. (Quaglia, 1991).
- Según *Norma Legal 206.004:1988 - INDECOPI*, define al pan de molde, tanto blanco como integral, como aquel que tiene una ligera corteza blanda y que para su cocción ha sido introducido en molde. Se comercializa envasado en bolsas de polipropileno.

2.2. Alimentos funcionales.

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

2.2.1. Definiciones.

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

sin control médico”.

Los alimentos funcionales son aquellos alimentos que son elaborados no solo por sus características nutricionales sino también para cumplir una función específica como puede ser el mejorar la salud y reducir el riesgo de contraer enfermedades.

Para ellos se les agregan componentes biológicamente activos, como minerales, vitaminas, ácidos grasos, fibra alimenticia o antioxidantes, etc. A esta operación de añadir nutrientes exógenos se le denomina también fortificación. Este tipo de alimentos es un campo emergente de la ciencia de los alimentos que ve una posibilidad muy amplia de investigación alimentaria. Entre los logros más mencionados en la literatura científica y en el marketing de los productos alimenticios se encuentra la mejora de las funciones gastrointestinales, el aporte de sistemas redox y antioxidantes, así como la modificación del metabolismo de macronutrientes. (Chasquibol et al, 2003)

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

tipo de alimentos cubre un amplio espectro de posibilidades que pueden ir desde simples cereales y sus productos, lácteos diversos hasta pasar por alimentos de diseño. (Chasquibol et al, 2003)

El número de alimentos funcionales es potencialmente alto y abarca alimentos naturales, componentes aislados de dichos alimentos que son añadidos a otros o envasados como suplementos dietarios, y componentes aislados que son sintetizados en un laboratorio. (Odar, 2008)

Según los expertos en biotecnología, los alimentos funcionales son uno de los sectores más pujantes' dentro de la alimentación, con incrementos constantes de ventas que se sitúan entre el 15 y el 16 por ciento. Reducir el colesterol, bajar de peso y mejorar la salud gastrointestinal son los tres grandes tipos de beneficios que ofrecen estos alimentos. (Odar, 2008)

2.3 Efecto De La Adición De Ácido Ascórbico Y Harina De Plátano (Musa Paradisiaca) En Las Características Tecnológicas De Un Pan De Molde Funcional

2.3.1. Materia Prima.

2.3.1.1. El Trigo.

A. Generalidades del trigo

Los cereales son una especie vegetal perteneciente a la familia de las gramíneas; los más cultivados son el trigo, el maíz, el arroz, la cebada, la avena, el sorgo y el mijo. (Quaglia, 1991).

El trigo (*Triticum sp.*) es, desde la prehistoria el más importante de los cereales, debido a su adaptación a todo tipo de terreno y a diferentes

climas. El trigo en algunos sitios es casi el 80% de la dieta total; en la mitad de los países del mundo el pan posee el 50% del alimento. (Quaglia, 1991).

Tabla 1: Principales Productores Mundiales de Trigo (Ton/Año) 2006 – 2009.

País	2006	2007	2008	2009
Alemania	22427900	20828077	25988565	25190336
Argentina	14662945	16486532	8508156	7573254
Australia	10821628	13569378	21420177	21656000
Canadá	25265400	20054000	28611100	26514600
China	108466271	109298296	112463296	114950296
Egipto	8274230	7379000	7977051	8522995
USA	49216041	55820360	68016100	60314290
Federación de Rusia	44926880	49367973	63765140	61739750
Francia	35363600	32763500	39001700	38324700
India	69354500	75806700	78570200	80680000
Irán	14663745	15886600	7956647	13484457
Pakistán	21276800	23294700	20958800	24033000
Polonia	7059671	8317265	9274920	9789586
Reino Unido	14747000	13221000	17227000	14379000
Perú	191082	181552	206936	223090

10.

Clasificación General del Trigo:

El trigo puede clasificarse de acuerdo al tiempo de siembra, dureza o blandura del grano y color del grano.

Según el tiempo en que crece, el trigo se divide en:

- a. **Trigo de Invierno:** El trigo se siembra en Otoño, crece algo hasta que la llegada del frío invernal lo pone en estado durmiente y se cosecha el siguiente verano.
- b. **Trigo de Primavera:** Este trigo se siembra al comienzo de la Primavera, crece en el verano y se cosecha a finales del verano, así la helada no lo mata antes de que tenga la oportunidad de madurar.

Según la dureza de su grano:

- a. **Trigo Duro:** Este trigo tiene granos que son duros, fuertes y difíciles de partir. Este trigo tiene granos que son duros, fuertes y difíciles de partir. Este tipo produce la mejor harina de pan. Fuente
- b. **Trigo Blando:** El trigo blando tiene granos relativamente blandos, son muy buenos biscochos, cake y galletas. Las harinas hechas de este trigo son suaves al tacto, se compactan fácilmente al apretarlas con la mano, no corren o polvean fácilmente.

Según el color del grano, el trigo se divide en:

- a. **Rojo.**
- b. **Blanco.**
- c. **Ámbar.**
- d. **Amarillo.**

Factores que determinan la calidad del grano de Trigo:

La calidad del grano depende de numerosos factores, siendo los más importantes:

- Suelo:** El trigo crece mejor en los suelos de marga y arcilla, aunque produce un rendimiento satisfactorio en los ligeros. La planta necesita un fuerte aporte de nitrógeno.
- Clima:** El trigo florece tanto en los climas subtropicales como en los templados y en los fríos. Una lluvia anual de 9 a 30 pulgadas, cayendo más en primavera que en verano, parece ser la más apropiada. La temperatura media del verano debe ser de 13° o más.
- Abono:** Parece cierto que el abono nitrogenado, y en particular los nitratos, no sólo son factores favorables, sino que tienen la función de aumentar el contenido proteico del grano; esto es válido dentro de ciertos límites, por cuanto al superar un cierto valor de abonado la cantidad de nitrógeno cedido por el fertilizante no está en relación con la cantidad y la calidad del gluten.
- Temperatura:** La Temperatura y el estado higrométrico de la zona, tienen alguna influencia sobre la calidad del grano en su fase de maduración y fundamentalmente en los últimos veinte días que preceden a la maduración.
- Los cultivos anteriores:** Se obtiene una mejor panificación del grano si los cultivos precedentes han sido patatas o remolacha.
- Variedad:** Las variedades son seleccionadas para ser las más

indicadas al clima y al suelo de una localidad en particular. La misma semilla sembrada en parte seca del Oeste de Kansas producirá una cosecha diferente de la sembrada en la parte este del mismo estado.

Como una regla general, las variedades de trigo que sean capaces de soportar los más rigurosos extremos climáticos son las que producen mejor pan. Actualmente se cultivan cerca de diez especies del género *Triticum sp*, pero sólo dos de éstos presentan interés desde el punto de vista comercial: el *Triticum vulgare*, el cual se muele con el fin de producir harina, que se emplea para la producción de pan, tortas, galletas o productos similares; y el *Triticum durum*, que es de color ambarino, cariósida alargada y vítrea a la sección, aunque en algunas regiones de Italia meridional una vez molido, se emplea para la producción de pan, se emplea fundamentalmente como sémola para la fabricación de pastas alimenticias. (Aguirre et al., 1997)

B. Harina de Trigo

Según la Norma Técnica Peruana 205.045: 1986 - INDECOPI, por harina de trigo se entiende al producto elaborado con granos de trigo común, *Triticum aestivum* L., o trigo ramificado, *Triticum compactum* Host., o combinaciones de ellos por medio de procedimientos de trituración o molienda en los que se separa parte del salvado y del germen, y el resto se muele hasta darle un grado adecuado de finura. Esta norma establece los requisitos y condiciones que debe cumplir la harina de trigo para consumo doméstico y uso industrial, entre ellos establece que la humedad no debe ser mayor de 15.5% y que debe estar exenta de sabores y olores extraños. (Quaglia, 1991).

A través de las fases de la molienda del trigo se obtienen una serie de productos de características químicas diversas: harina, harinilla, residuos de harina, salvado, salvado fino y desecho de molienda.

Considerando que la cariósida está formada de las siguientes partes: 12% salvado, 85% del endospermo y 2.5% de germen, la molienda consiste en separar el 85% de albedo de la otra parte transformándolo, por consiguiente, en harina. En teoría es posible alcanzar el 85% de harinas de 100 partes de trigo, pero en la práctica, el rendimiento es siempre inferior y se aproxima al 85% tanto más cuanto más intenso sea el proceso de molienda. (Quaglia, 1991).

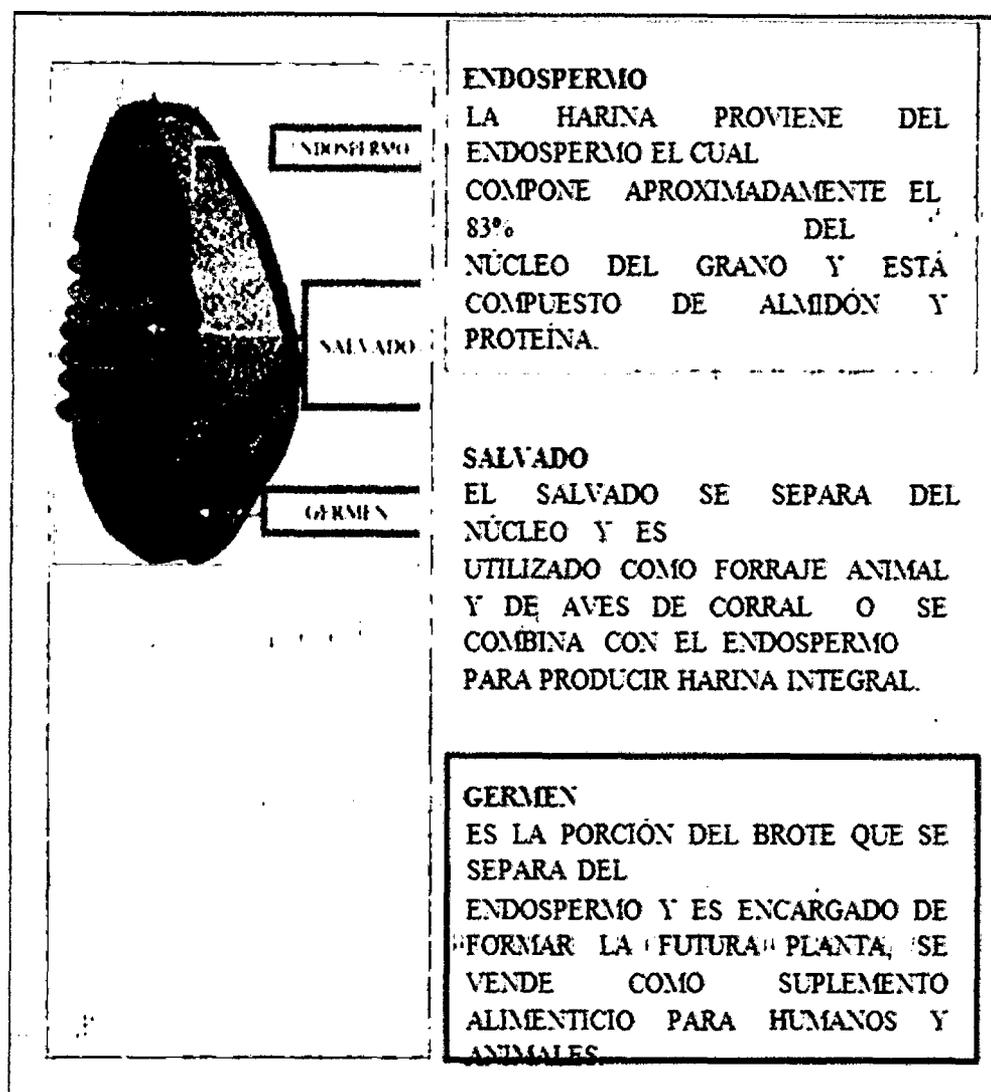


Figura 1: Estructura del grano de trigo.

(Harinas Elizondo, 2007)

Previamente se debe acondicionar el grano, pues la humedad debe ser óptima, un 15% es el ideal, pero las capas de salvado deben estar ligeramente más húmedas que el conjunto pues así se ponen más correosas. Luego se tritura el grano con rodillos estriados que giran a velocidades diferentes. Se trata de conservar el salvado en trozos del

mayor tamaño posible y hacer salir el endospermo, que es separado en forma de partículas gruesas. Con una combinación de cribado y aspiración se separan los trozos mayores y más ligeros de salvado, y después se reducen de tamaño progresivamente los trozos de endospermo hasta el polvo que llamamos harina. Dependiendo de la naturaleza de trigo y de la experiencia del molinero, se obtiene una harina más o menos contaminada con salvado. El germen es blando y más rico en lípidos que el resto de las otras dos partes y durante la reducción del endospermo a harina se transforma en escamas planas más grandes, facilitándose su eliminación por tamizado. De todas formas, algunas partículas de germen, pasan junto con la harina. (Quaglia, 1991).

Tabla 2: Composición Porcentual de la Harina de trigo.

Componente (%)	Mínimo	Máximo
Humedad	13	15
Grasa	1	1.50
Proteína	12	13.5
Hidratos de carbono	67	71
Cenizas	0.55	1.5

Fuente: Calaveras, 2004.

La harina obtenida con rendimiento de molienda más elevado, presenta un más alto contenido en proteínas, en lípidos, calcio fósforo, hierro, vitaminas B1 y B2 y una menor proporción en glúcidos y por tanto en calorías. (Quaglia, 1991)

Otra consecuencia de la molienda, además de las ya citadas variaciones en la composición química respecto al trigo, es su acción sobre los gránulos de almidón: en la fase ruptura y de remolido; debido a que la rotación del cilindro provoca un deterioro en el almidón causando su ruptura mecánica. (Quaglia, 1991) El número de gránulos afectados depende del tipo de molienda afectándose más a medida que los cilindros estén más aproximados, al aumentar la presión que ejerce sobre las partículas de la cariósida, rompiendo las moléculas del almidón. Como consecuencia el almidón de un trigo duro (de fuerza) se daña más respecto a lo que sucede en un grano blando porque a causa de su vitrosidad es necesaria una mayor presión para reducir a harina su endospermo. Mientras que una excesiva cantidad de gránulos dañados tiene un efecto perjudicial sobre la tecnología de la harina, una cantidad pequeña tiene un efecto positivo en la masa fermentada en cuanto son la fuente de azúcares que pueden, durante la fermentación, ser atacada por la levadura produciendo gas. De hecho, a la temperatura de fermentación, los gránulos intactos no se gelatinizan y por eso no pueden ser atacados por la beta-amilasa y sólo parcialmente por la alfa-amilasa; las formaciones de almidones dañados una vez gelatinizados se transforman rápidamente (por acción de estas enzimas) en maltosa que se utiliza en la fermentación. Una excesiva acción de las enzimas provoca una cantidad muy elevada de dextrinas que al tener una capacidad de retención de agua inferior al almidón, lleva a la formación de una masa muy viscosa. (Quaglia, 1991)

□ **Tipos de Harina:**

Las harinas pueden dividirse en dos grandes grupos:

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

□ **Integral:** Es aquella que contiene todas las partes del trigo.

□ **Completas:** Son las más corrientes en nuestros países, aquellas harinas que se obtienen al moler el trigo separando solo el salvado y el germen.

□ **Patente:** Es la mejor harina que se obtiene hacia el centro del endospermo, tiene la mejor calidad panificadora, es blanca y tiene poca ceniza.

□ **Clara:** Es la porción de harina que queda después de separar la patente. En algunas regiones se le llama harina de segunda. Es más oscura y contiene más cenizas. (Aguirre et al., 1997)

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

En algunos sistemas de molienda, es posible obtener del mismo trigo un tipo de harina con alto contenido de proteína y otro tipo de harina con baja proteína. A este sistema de molienda se le denomina molienda o separación por impacto. (Aguirre et al., 1997)

Las harinas, según sus tipos, se clasifican en: cero (0), dos ceros (00), tres ceros (000) y cuatro ceros (0000). La harina

000 corresponde a la harina de trigo, que se utiliza siempre en la elaboración de panes, ya que su alto contenido de proteínas posibilita la formación de gluten.

Por su parte la harina 0000 es más refinada y más blanca, al tener escasa formación de gluten. Sólo se utiliza en panes de molde y en pastelería. (Aguirre et al., 1997)

□ **Principales Componentes de la Harina**

a. **Carbohidratos:** Se llama así a ciertos compuestos químicos formados por carbono, hidrógeno y oxígeno. Constituyen la parte mayor del endospermo del trigo. El principal componente de la harina que contribuye en el poder de absorción gracias a que es muy ávido de agua es el **almidón**. (Aguirre et al., 1997)

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

b. **Proteínas:** Son macromoléculas que contienen nitrógeno. Sus complejos compuestos de naturaleza coloidal, al contacto con el agua son los responsables de la formación del gluten que es bien conocido por el sector panadero. (Aguirre et al., 1997) La cantidad de proteína determina las propiedades panaderas de la harina, y sus características generales y naturaleza coloidal determinan su calidad. (Aguirre et al., 1997)

Si tenemos en cuenta la estrecha relación entre la proteína y el gluten que es el encargado en aguantar el gas carbónico producido por las levaduras gracias a su formación de la red proteica. Para una buena panificación necesitamos que se forme un 24 ó 26% de gluten. (Aguirre et al., 1997)

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

Tabla 3: Proteínas de la harina.

Proteínas 8 - 14%	Solubles	Aibúmina (15%)
	No forman masa (15%)	Globulina (6.5%)
		Péptidos (0.5%)
	Insolubles	Gliadina (33%)
	Forman masa (85%)	Glutenina (45%)
	TOTAL	100%

Fuente: Calaveras (2004).

- c. **Humedad:** La humedad de la Harina boscila alrededor del 14%. La harina con mucha humedad se puede poner mohosa. Al utilizar la harina que perdió humedad se debe compensar echándole más agua en el mezclado. (Aguirre et al., 1997).
- d. **Cenizas:** Es la cantidad de material mineral que tiene la harina.

Depende de la clase de trigo y de la extracción. Las harinas patentes tienen menos cenizas que las claras.

El contenido de ceniza de por sí no es perjudicial a las propiedades de panificación de la harina. (Aguirre et al., 1997)

□ **Características de la Harina:**

- a. **Color:** El color depende del tipo de trigo que haya se haya molido y de la separación que representa la harina en cuestión. El trigo blando produce harinas más blancas, las harinas de pan tienen un color de blanco a blanco cremoso.
- b. **Extracción:** Es la cantidad de harina que se obtiene después del proceso de molienda. Normalmente por cada 100 Kilos de trigo se obtiene de 72 a 76 Kilos de harina. Se expresa en porcentajes.
- c. **Separación:** La separación no se basa en el peso del trigo sino en el peso de la harina total después de haber removido todo el salvado. Así, si una corriente representa el 75% de la harina total, se conocería como harina de 75% de separación. Las harinas patentes representan una separación de menos porcentaje, es decir, son harinas más refinadas que las de mayor separación o claras.
- d. **Fuerza:** Es el poder de la harina para hacer panes de buena calidad.
- e. **Tolerancia** : Consiste en poder prolongar por un periodo razonable de tiempo la fermentación después de llegar a su tiempo ideal sin que el pan sufra deterioro notable.

- f. **Absorción** : Es la propiedad de absorber la mayor cantidad de agua dando un producto de buena calidad. En general, las harinas hechas de trigos buenos con mucha proteína son los que tienen mayor absorción. Una buena harina para pan se conoce por tener fuerza, tolerancia y absorción.
- g. **Maduración:** Las harinas recién molidas son problemas en panificación, por lo cual antes se les dejaban “madurar”. En la actualidad prácticamente todos los molinos o bien las “maduran” químicamente o las dejan reposar cierto tiempo antes de entregarla al panadero.
- h. **Blanqueo** : Como a los panaderos les gustan las harinas muy blancas, los molineros las pueden hacer blanquear por procedimientos químicos.
- i. **Enriquecimiento:** En algunos países, los molineros “enriquecen” las harinas con vitaminas y minerales, como es el caso de nuestro país. El pan hecho con harinas enriquecidas tiene mucho más valor nutritivo. (Aguirre et al., 1997)

C. Sucedáneos del trigo:

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

Entendemos por sucedáneos, a los productos obtenidos por un proceso

adecuado de molienda para ser mezclados con la harina de trigo con fines alimenticios. Estos pueden provenir de cereales, leguminosas, pseudos cereales y raíces o también como una combinación de ellas.

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

□ **Principales Avances a la Fecha:**

En el Perú se han realizado investigaciones desde 1970 con diferentes materias primas con la finalidad de sustituir parcialmente la harina importada no sólo en la elaboración de panes sino en fideos y galletas.

Tabla 4: Principales Sucédáneos del Trigo en nuestro país

Cereales	Leguminosas	Pseudos Cereales	Tubérculos	Raíces
Trigo Nacional	Soya	Quinoa	Yuca	Maca
Maíz	Haba	Kiwicha	Camote	Oca
Cebada	Tarwi	Canihua	Papa	Mashua
Arroz	----	----	----	----

Fuente: Bilbao, 2007.

A través de muchas investigaciones, se puede decir que si es factible sustituir parcialmente la harina de trigo importada con harinas

sucedáneas para la elaboración de panes, fideos y galletas. (Bilbao, 2007).

Sin embargo, esta sustitución, jamás será superior en el mejor de los casos al 20% para los casos del pan y fideos y del 30% para el caso de galletas. Esto significa que los proyectos de investigación y sobre todo los proyectos de industrialización de estas harinas, son prioritarias desde el punto de vista de Seguridad Alimentaria (escasez de trigo en el mundo) y de la Economía Popular. (Bilbao, 2007).

En el cuadro 5 que se muestra a continuación, se tiene el Análisis Químico Proximal de los principales Sucedáneos, así como los porcentajes máximos de sustitución de harina de trigo recomendados. Cabe mencionar que para el caso en que se combinen harinas sucedáneas (dos o más harinas), el porcentaje de sustitución de la harina combinada se calculará en base a las proporciones individuales en la mezcla respecto a los porcentajes máximo permitidos. (Bilbao, 2007).

Tabla 5: Composición Químico proximal de Sucedáneos del trigo. Sustitución parcial

En panes , fideos y galletas

NOMBRE CIENTÍFICO	CEREALE	Humedad gm%	Proteína gm%	Grasa gm%	Ceniza gm%	Fibra gm%	Carbohidratos gm%	% de Sustitución		
								Panes	Galletas	Fideos
S										
<i>Triticum aestivum</i>	Harina de Trigo	13.8	11.9	1.45	0.94	1.15	71.36	100	100	100
<i>Zea Mays</i>	Harina de Maiz	11.2	9.0	4.5	1.5	2.0	73.8	20	30	0
<i>Hordeum vulgare</i>	Harina de Cebada	9.3	9.6	1.3	1.5	1.1	78.3	20	20	0
<i>Oryza sativa</i>	Harina de Arroz	13.4	7.4	0.9	0.6	0.6	77.7	20	30	0
LEGUMINOSAS										
<i>Vicia faba</i>	Harina de Haba	10.3	23.3	1.6	3.2	1.4	61.6	5	5	0
<i>Glycine max</i>	Harina de Soya	7.5	48.5	3.0	6.0	1.0	35.0	10	20	10
<i>Lupinus mutabilis</i>	Harina de Lenteja	6.7	46.4	22.6	2.9	6.3	21.4	10	10	
PSEUDOCEREALES										
<i>Chenopodium quinoa</i>	Harina de Quinoa	6.0	12.6	5.6	2.6	1.8	73.2	20	20	20
<i>Amaranthus caudatum</i>	Harina de Kiwicha	11.6	12.6	5.9	2.5	2.8	67.4	20	30	0
<i>Chenopodium callincaule</i>	Harina de Cañihua	11.4	13.5	6.5	6.4	6.0	62.2	10	30	0
TUBERCULOS										
<i>Manihot esculenta</i>	Harina de Yuca	11.21	1.8	1.4	3.3	1	82.3	10	20	0
<i>Ipomoea batatas</i>	Harina de Camote	9.0	1.6	0.8	2.2	1.5	86.4	10	30	0
<i>Solanum tuberosum</i>	Harina de Papa	10.9	6.4	0.4	5.2	2.3	77.1	10	20	0
RAICES										
<i>Lepidium meyenii</i>	Harina de Maca	10.9	13.3	0.96	1.08	5.35	68.2	10	10	3
<i>Oxalis tuberosa</i>	Harina de Oca	6.4	4.1	1.9	3.6	4.0	84.0	10	0	0
<i>Tropaeolum tuberosum</i>	Mashua, Isaño o Añu	87.4	1.5	0.7	0.6	0.9	9.8	10		

Fuente: Bilbao., 2007.

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

En algunos casos se busca asimismo, mejorar nutricionalmente el producto, mediante la sustitución del trigo importado por soya, quinua, kiwicha, cañihua, tarwi y habas (con mayor contenido proteico del trigo). (Bilbao, 2007). En otros, como el caso del camote, en las que las investigaciones han cubierto su uso en diferentes formas (harina, puré y camote rayado) y que constituye una fuente sumamente valiosa de vitamina A (100 gr. de camote, proporciona más del 100% de las necesidades de vitamina A que el ser humano requiere diariamente) o la Cebada, que es una gran fuente de minerales como el Calcio y el Fósforo, así como otros sucedáneos como el Maíz. (Bilbao, 2007) Y el Arroz con el que se busca darle mayor rentabilidad al Agricultor vía la comercialización del arroz partido. (Bilbao, 2007) Definitivamente, nuestra Agricultura debe estar alineada con los requerimientos alimentarios del país, así como con el Plan de Seguridad Alimentaria que contemple contingencias tales como: reducción de la oferta mundial del trigo, necesidades nutricionales de la población, incremento de los precios de los productos importados, etc. En ese sentido, falta muchísimo por hacer, tomemos las constantes variaciones de los precios del trigo como una oportunidad de alinear a todas las instituciones públicas y privadas hacia dichos objetivos. (Bilbao, 2007)

2.3.1.2. El plátano.

A. Generalidades del plátano:

Plátano es un término general que abarca un gran número de especies o híbridos del género *Musa* de la familia *Musaceae* (Zhang y col., 2005). Las formas más cultivadas de plátano se clasifican en dos principales grupos:

a) Plátanos comestibles como fruto cuando están crudos:

1.- *Musa paradisiaca* var. *Sapientum* (L.), Kuntze (*M. sapientum* var. *Paradisiaca* Baker).

2.- *Musa nana* Lour. (*M. chinensis* Sweet, *M. cavendishii* Lamb.).

b) Plátanos para cocer: *M. paradisiaca* L. (Ochse y col. 1982).

Este fruto crece ampliamente en regiones tropicales y subtropicales. En México se consume en estado maduro, aunque va a depender de la variedad; en algunas regiones del sureste del país la variedad denominada “macho” se llega a consumir algunas ocasiones en estado inmaduro o verde en determinados platillos típicos de esos lugares (Bello-Pérez y col., 2001).

Figura 2: PLÁTANO VERDE



- **Composición química del plátano:**

La composición química del plátano caracterizada por la presencia de almidones y escasez de ácidos, lo hace un producto extremadamente sensible al oxígeno al igual que al calor.

Las frutas que son inapropiadas para los muy exactos estándares del mercado de exportación pueden ser procesadas en diferentes formas. Se puede utilizar en su estado verde o maduro, de ahí la importancia de promocionar sus características culinarias a los comerciantes para educar al consumidor y evitar su confusión con los bananos.

En cuanto a procesos industriales, uno de los pasos que han sido difíciles de agilizar es el pelado, pues por ser de forma alargada, arqueado, blando y de dimensiones variables, han sido obstáculos insuperables en la realización de sistemas mecánicos de pelado. **Murillo (1996).**

Tabla 6: valor nutricional del plátano.

PLÁTANO	Cantidad por 100 gramos de porción comestible	Ingestas Recomendadas (mujeres / hombres)
Agua (g)	74	2000 / 2500
Energía (kcal)	91,12	-
Proteínas (g)	1,06	46 - 56
Hidratos de carbono (g)	21,11	-
Lípidos (g)	0,27	-
Fibra		
Fibra total (g)	2,25	25 / 38
Vitaminas		
Vitamina A (Eq. Retinol) (µg)	18,08	600 / 700
Tiamina (Vitamina B1) (mg)	0,05	1,0 / 1,2
Riboflavina (vitamina B2) (mg)	0,07	1,3 - 1,6
Niacina (mg)	0,63	14 / 18
Vitamina B6 (mg)	0,42	1,2 / 1,5
Folatos (µg)	21,5	300
Vitamina C (mg)	11,75	60
Vitamina E (Eq. Tocoferol) (mg)	0,26	15
Minerales		
Calcio (mg)	7,65	900
Hierro (mg)	0,5	9 / 18
Fósforo (mg)	22	700
Magnesio (mg)	33,2	300 / 350
Zinc (mg)	0,21	15 - 12
Sodio (mg)	1	1500
Potasio (mg)	385	3100

Fuente : Cuervo M, Abete I, Baladia E, Corbalán M, Manera M, Basulto J, Martínez A, Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD). Ingestas dietéticas de referencia para la población española. Navarra: Ediciones Universidad de Navarra, S.A (EUNSA); 2010 Farran A, Zamora R, Cervera P. Tablas de composición de alimentos. CESNID. Centre d'Ensenyament Superior de Nutrició i Dietètica (CESNID). Madrid: McGraw hill Interamericana; 2003

a. Harina de plátano:

La harina de plátano verde ha demostrado excelentes resultados para las personas que desean perder peso. Después de algunos estudios, los expertos han descubierto que el plátano verde es más rico en fibra que la versión madura del plátano. Así surgió la idea e aprovechar estos beneficios convirtiendo los plátanos verdes en harina para ayudar en la pérdida de peso.

La harina de plátano verde es rica en almidón resistente, un tipo de carbohidrato que tiene propiedades que actúan en el cuerpo y que son similares a las fibras. El almidón de plátano verde retrasa la digestión de los alimentos, ayudando a satisfacer el hambre. El almidón alcanza el intestino siendo digerido por las bacterias de nuestra flora bacteriana intestinal normal. El intestino así absorbe más fácilmente el calcio, magnesio y zinc, minerales que aceleran el metabolismo del cuerpo.

La harina de plátano verde puede traer beneficios que protegen al cuerpo contra las enfermedades del intestino, evitando el aumento de azúcar en la sangre y ayudando a perder peso. También es rica en vitaminas del complejo B, vitamina C, que tiene propiedades antioxidantes de gran alcance, y vitamina A, importante para la salud de la piel.

(<http://nutrirvivir.blogspot.com/2011/12/la-harina-de-platano-verde.html>)

b. Beneficios de la harina de plátano verde:

- Ayuda a perder peso;
- Disminuye la absorción de la glucosa mejorando el tratamiento de la diabetes;
- Mejora el estreñimiento;
- Promueve la saciedad y disminuye el hambre;
- Previene los calambres musculares y acelera el metabolismo;
- Previene las enfermedades del corazón;
- Acelera el metabolismo;

- Previene el cáncer de próstata

Tabla 7. Composición nutricional harina de plátano verde

Parámetros	g %
Humedad	9,45
Proteína	3,32
Lípidos	2,45
Fibra cruda	1,65
Ceniza	2,10
Carbohidratos	81,03

Fuente: Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Bioquímica y Farmacia, Cochabamba – Bolivia

2.3.2. Insumos.

2.3.2.1. Ácido ascórbico.

La oxidación de las grasas es la forma de deterioro de los alimentos más importante después de las alteraciones producidas por microorganismos. (Ribotta et al., 1999).

La industria panadera intenta evitar la oxidación mediante diferentes técnicas, como el uso de aditivos; entre ellos el bromato de potasio, que produce un aumento en el volumen de las piezas y mejora las propiedades de amasado, la estructura de las celdas de gas y la retención de óxido carbónico. (Ribotta et al., 1999)

Por otro lado, el ácido ascórbico ha sido extensamente utilizado en la industria alimentaria como antioxidante en una gran variedad de productos. El ácido ascórbico, o vitamina C, es el aditivo más utilizado en la panificación europea, donde se le ha asignado el código E 300. Se presenta como un polvo blanco ligeramente amarillento, casi inodoro, y de gusto

ácido. No es frecuente que lo utilice el panadero como producto puro, sino que a veces lo incorpora el harinero, y siempre está presente en los mejorantes comerciales de panificación.

En 1935 Jorgensen, científico danés, señala por primera vez el efecto mejorante del ácido ascórbico. Diferentes teorías han ido desarrollándose a lo largo de estos años, hasta concretarse en la generalmente admitida en la actualidad: siendo un agente reductor, se comporta como oxidante. Su utilización ha ido extendiéndose, paralelamente a una fuerte polémica contra los productos de efecto semejante utilizados anteriormente: bromato potásico y persulfato amónico. (Ribotta et al., 1999).

La adición de ascórbico a la masa no permite, sin embargo, considerar al pan como fuente de vitamina C, ya que ésta se destruye durante la cocción. El ácido ascórbico utilizado como aditivo alimentario es un producto de síntesis obtenido a partir de derivados de la glucosa, que son fermentados por bacterias acéticas, conforme al método desarrollado por Reichstein et al., que puede simplificarse del siguiente modo:

D-glucosa ---> D-sorbitol ---> L-sorbosa ---> Ácido ascórbico

En la Reglamentación Técnico-Sanitaria española dedicada al pan, se establecía como límite 20 g de ácido ascórbico por cada 100 Kg de harina. Sin embargo, en la reciente Directiva europea de aditivos, de obligado cumplimiento para todos los países miembros de la UE, el ácido ascórbico puede utilizarse al nivel necesario para el efecto pretendido, lo que se

denomina mediante el término quantum satis. Prevalece esta norma frente a la nacional, por lo que, de hecho, ya no existen límites máximos legislados para el harinero, para el fabricante de mejorantes, o para el panadero que desea utilizarlo directamente. (Ribotta et al., 1999).

¿Cómo detectarlo en la masa?

La presencia de ascórbico en la harina se puede detectar mediante la aparición de unos puntos blancos sobre la superficie de la harina remojada con una solución de ácido metafosfórico, y otra de 2.6 diclorofenol indofenol.

- **Reactivos:** Preparar una solución de 5 g de ácido metafosfórico en 100 ml de agua destilada, y otra de 0,05 g de 2.6 diclorofenol indofenol en 100 ml de agua destilada.
- **Procedimiento:** Una placa Petri de 10 cm de diámetro se llena de harina, que se compactará lo más posible con ayuda de una espátula . Remojar bien uniformemente la superficie con unos 10 ml de la solución de metafosfórico. Hacer lo mismo con la solución de indofenol. Al cabo de unos minutos, si la harina contiene ascórbico, aparecerán unos puntos blancos, más o menos grandes, bien visibles sobre el fondo azul.

Acción del ácido ascórbico

El uso de ácido ascórbico produce los siguientes efectos sobre la masa y el pan:

- Aumenta la tenacidad y la elasticidad de la masa.
- Aumenta la capacidad de absorción de agua de la masa.

• Mejora el volumen del pan y sus características:

- Color de corteza más claro y brillante.
- Miga más blanca y de alveolado más uniforme.

Todos estos efectos indican claramente que el ascórbico actúa a nivel de la formación de la red proteica –del gluten–, como si fuera un oxidante. Inicialmente este comportamiento no parecía posible ya que precisamente el ácido ascórbico es un conocido antioxidante natural.

Años más tarde, se pudo demostrar que el ácido ascórbico, por acción del enzima ascórbico oxidasa y en presencia del oxígeno del aire introducido en la masa durante el amasado, se oxida a ácido dehidroascórbico, que sí es un oxidante.

La acción oxidante favorece la unión entre cadenas de proteínas, que por acción de la energía mecánica proporcionada a la masa durante el amasado, van formando una red de gluten más y más fuerte. Este refuerzo de la malla de gluten se traduce primero en una mayor tolerancia de las masas ya que son menos pegajosas y, por tanto, más fácilmente manejables. Además, la malla reforzada de gluten permite una mejor retención de los gases liberados en la fermentación.

Parte del dehidroascórbico, una vez agotado el oxígeno presente en la masa, parece que se reduce a ascórbico, lo que produce un leve debilitamiento de la malla proteica al final de la fermentación, lo que facilita una mayor expansión en el horno.

La cantidad de ascórbico que debe añadirse para mejorar una harina y la

masa que se obtendrá de ella, depende de varios factores, entre los que cabe destacar principalmente el tipo de harina, el tipo de masa y el tipo de amasadora.

La adición de ascórbico se refleja en el alveograma mediante un aumento de la tenacidad (P), un aumento de la fuerza (W), y una reducción de la extensibilidad (L), lo que supone además un aumento de la relación P/L.

El equilibrio P/L de las harinas a tratar, condiciona ya inicialmente el nivel de aplicación del ascórbico, mientras que su fuerza establece diferencias en cuanto a la tolerancia al exceso de dosificación.

Sobre la masa, se observa, como ya hemos dicho, un aumento de la tenacidad y de la elasticidad. La dosis se ajustará de modo que éstas no resulten excesivas para las elaboraciones deseadas. Por ejemplo, en el caso de piezas pequeñas no será inconveniente un ligero exceso, mientras que en piezas de gran longitud deberá procurarse no superar los mínimos necesarios para evitar problemas en la formación, sobre todo en el estirado.

Para los procesos en los que se produce un debilitamiento de la estructura proteica de la masa, con notable pérdida de capacidad de retención de los gases de fermentación, es recomendable la utilización de dosis elevadas: este es el caso de la fermentación controlada, por ejemplo.

Como hemos dicho ya, una buena oxigenación de la masa aumenta la eficacia de acción del ascórbico, por lo que la dosis necesaria dependerá

del tipo de amasado. Así, en el amasado tradicional con amasadora de brazos, la aireación de la masa es buena, por lo que se obtienen mejores resultados, a la misma dosis, que en los amasados más intensivos. En efecto, en las amasadoras de tipo espiral, como en las aún más intensivas, donde la aireación de la masa es menor que en las de brazos, para obtener los mismos resultados que en estas, se necesitan dosis de ascórbico más altas.

La utilización de ácido ascórbico, al favorecer un buen desarrollo de la masa, permite eliminar la prefermentación o fermentación en masa, que tenía el mismo objetivo primario. Esta práctica, si bien ha favorecido la reducción de los tiempos de proceso del pan, ha traído como consecuencia un empobrecimiento del sabor del producto.

La notable mejora de la maquinabilidad de las masas que se obtiene con la utilización de ascórbico, lo hace imprescindible en los procesos altamente mecanizados.

Manipulación

Antes de añadir ácido ascórbico en el amasado, deberá conocerse si la harina ya lo lleva, así como el contenido del mismo en el mejorante utilizado.

Para garantizar una correcta dosificación, ya que las cantidades a añadir en cada amasada serán siempre muy pequeñas, conviene hacer previamente

una mezcla con un excipiente sólido o líquido.

El ácido ascórbico se disuelve bien en agua. Disoluciones de una parte de ácido en tres de agua son estables en torno a 48 horas.

Figura 3: EFECTOS DEL ÁCIDO ASCÓRBICO EN LA HARINA

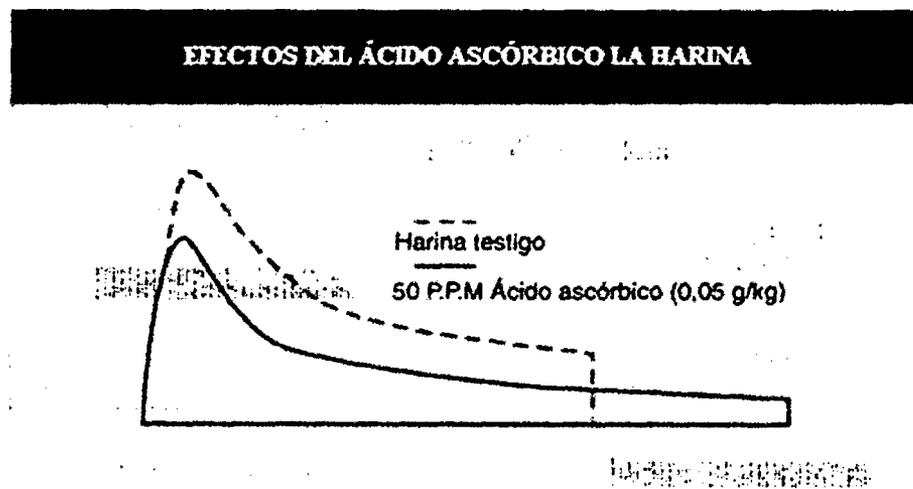


Figura 4: EFECTOS DEL ÁCIDO ASCÓRBICO EN EL PAN

EFECTOS DEL ÁCIDO ASCÓRBICO EN EL PAN	
POR EXCESO	POR FALTA
<ul style="list-style-type: none">• Masas muy elásticas, difíciles de formar. Secas• Masas carentes de extensibilidad, dificultad para su desarrollo en la fermentación y la cocción• Panes de sección redonda, con cortezas de color pálido	<ul style="list-style-type: none">• Masas que se relajan, se pegan• Falta de desarrollo en el horno• Panes de sección plana, cortes que no greñan, color de la corteza que tiende a rojizo

2.3.2.2. Levadura

Se considera a la levadura como el componente biológico que añadimos a la masa para lograr esponjosidad. Haciendo historia diremos que la fabricación de pan fermentado es muy antigua y que se remonta a la época de los egipcios donde se utilizaron restos de la masa del día anterior, lo que es el inicio de la masa madre, considerada en muchos círculos como la levadura ácido principal; posteriormente se empleó la levadura de cerveza y sobre el siglo XIX se comienza a trabajar con la levadura prensada, ayudando al desarrollo industrial de la panadería. (Calaveras, 2004). Las levaduras, como seres vivos que son, necesitan materia orgánica para alimentarse actúan sobre azúcares simples convirtiéndolos en etanol y CO₂, es lo que se llama fermentación alcohólica y tiene dos grandes aplicaciones en el campo de la alimentación. En la panificación se aprovecha el CO₂ y en otro caso lo que resulta aprovechable es el alcohol, como ocurre en la industria vinica. (Calaveras, 2004).

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

En el comercio se encuentra la levadura seca activa y la levadura comprimida. La levadura seca activa es la obtenida de cepas de diferentes

géneros, donde las células se desecan hasta tener una humedad inferior al 8%. Esta levadura es resistente al desecamiento, a las concentraciones elevadas de azúcares y a algunos inhibidores como el propionato de calcio. Esta es más resistente conservándola a temperatura ambiente que la comprimida, ya que esta última pierde más del 6,55 de su actividad en cuatro meses a 4°C. (Calaveras, 2004).

➤ **Función de las levaduras**

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

- Transformación de la masa, pasando de ser un cuerpo poco activo a ser un cuerpo fermentativo, donde se desarrollan las reacciones químicas y fisicoquímicas más activas. Produciendo un aumento de energía que equivale a 27 calorías por molécula de azúcar.
- Desarrollo de parte del aroma mediante la producción de alcoholes, aromas típicos de panificación y éteres.
- Quizás la función más importante es la acción de subida de la masa, debido a la producción de CO₂ (anhídrido carbónico) y alcohol etílico en forma de etanol (2C₂H₅OH).
- Convierte a la harina cruda en un producto ligero. (Calaveras,2004)

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

La acción de las levaduras se concreta con una reducción de pH, debida en parte, al CO₂ producido que disuelve en el agua de la masa. (Calaveras,

2004)

➤ **Requisitos de calidad de la levadura:**

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

(Calaveras, 2004)

➤ **Para actuar la levadura necesita:**

- **Azúcar**, como fuente de alimento.
- **Humedad**, sin agua no puede asimilar ningún alimento.
- **Materias nitrogenadas**, necesita nitrógeno y lo toma de la proteína de la harina.
- **Minerales**, la levadura necesita sales minerales para una actividad vigorosa.
- **Temperatura adecuada**, mantenerlo refrigerado hasta el momento de su uso. (Calaveras, 2004)
- **Proteasa**, ablanda el gluten actuando sobre la proteína.
- **Invertasa**, actúa sobre los azúcares compuestos.
- **Maltasa**, actúa sobre la maltosa.
- **Zimasa**, actúa sobre los azúcares simples. (Gómez, 2009)

➤ Principales Enzimas en la Panificación: Las Amilasas

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

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

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

La acción de este conjunto de enzimas aporta la energía necesaria para una correcta fermentación del producto a ser horneado. La actuación de estas enzimas, además de conseguir regular la fermentación, produce un mejor color de la corteza y reduce su dureza. (Gómez, 2009)

➤ Las enzimas de la levadura:

Las enzimas de la levadura actúan como catalizadores en la fermentación ayudando a la conversión de algunos azúcares compuestos a azúcares simples y fácilmente digeribles por la levadura.

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

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

2.3.2.3. Agua.

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

El tipo de agua a utilizar debe ser alcalina, es aquella agua que usualmente utilizamos para beber, libre de contaminantes y microorganismos. (Calaveras, 2004)

Cuando se amasa harina con la adecuada cantidad de agua, las proteínas *gliadina* y *glutenina* al mezclarse forman el gluten unidos por un enlace covalente que finalmente será responsable del volumen de la masa. (Calaveras, 2004)

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

No es posible hacer un cálculo exacto de la cantidad de agua a emplear. Se busca una consistencia, apreciable al tacto y que se pueda medir por medio

de los aparatos de laboratorio, que facilite el trabajo de la masa. Es fácil corregir esta consistencia durante el amasado añadiendo agua o harina, según el caso.

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

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

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

➤ **Funciones del agua en panificación:**

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

la fermentación.

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

2.3.2.4. Mejorador de masa.

A la hora de hablar de los aditivos, debemos decir que son muchos los principios activos que conjuntamente se añaden para formar el aditivo que simplemente ayuda a subsanar las distintas anomalías en la harina y que se clasifican según su concentración. (Calaveras, 2004).

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

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

Normalmente cualquier casa de mejorantes intenta dar ayuda al panadero facilitando el trabajo, recortando tiempo de fabricación y asegurando una calidad final óptima de los elaborados. Pero no todo es ventajoso con los mejorantes, ya que dosis elevadas del mismo, eliminan parte del sabor característico del pan y en ciertos momentos cambia la forma de la masa que puede ser tenaz, por ejemplo, si el mejorante es alto en concentración de ácido Ascórbico, o pegajosa si su concentración es elevada en enzimas

amilásicas. Por ello es muy recomendable:

- Conocer las características de la harina previamente, ya que el efecto de un mejorante es distinto si utilizamos harinas acondicionadas o no.
- Leer y conocer los principios activos del mejorante, que normalmente viene detrás del saco y que están por orden cuantitativa. (Calaveras, 2004).
- Antiguamente se clasificaban por su dosis, pero hoy la clasificación tiene más sentido según el proceso de panificación que tenga el panadero:

➤ **Procesos Artesanales:** Son los llamados concentrados con utilización de los mismos en baja dosificación. No suelen tener problemas de apelmazamiento y su poder conmulsionante es bajo, dando un aspecto y sabor al pan más natural. (Calaveras,2004).

➤ **Procesos Industrializados:** Sus dosis varían desde un 0.3% hasta un 0.8%. Sus características están basadas en dar más extensibilidad a las masas tan necesaria en líneas automáticas con dobles formadores incluso patín dinámico. Típico en amasados intensivos, aunque se utilizan de forma general en dichos procesos. Se aplica en fermentaciones cortas o semi-cortas consiguiendo rápidamente el volumen deseado. Favorecen cortezas finas y migas blancas en el pan. (Calaveras, 2004). En este sentido existe una diversidad muy amplia de mejorantes dependiendo de su concentración.

Procesos para panes lecitinados: Sus dosis varían de 0.6% a 0.8% y se caracterizan por una buena respuesta en procesos semi- mecanizados. (Calaveras, 2004).

Procesos pasteleros: Son aquellos mejorantes que se utilizan en masas muy azucaradas y con mucha grasa. Su principal característica es que permite fermentaciones largas para obtener piezas muy ligeras y su dosificación está entre 0.2% al 0.3%. (Calaveras, 2004).

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

A. Coadyuvantes de Fermentación

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

Normalmente al hablar de este apartado, nos referimos a las amilasas fúngicas y las proteasas, pero no debemos olvidar que en este grupo se encuentran también las pentosanasas y los gluco- oxidasas. (Calaveras, 2004). Quizás al ser productos naturales y con un gran campo de aplicaciones, las enzimas tienen bien merecido el hueco tan importante en la panificación y quizás sean éstas, la base fundamental en el futuro de los mejorantes, ya que son cada vez más los estudios desarrollados sobre ellas. (Calaveras, 2004).

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

✦ α – Amilasa

Como nuestras harinas en general tienen poca actividad amilásica, los mejorantes canarios con su incorporación a la masa, ayudan a dar este equilibrio. Su función principal es de degradar el almidón progresivamente, facilitando azúcares simples como alimento de las levaduras. Ayudan a regular la velocidad de fermentación y facilitan color al pan. (Calaveras, 2004).

✦ Hemicelulosa

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

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

B. Conservadores (Antimoho)

Se definen como conservantes a las sustancias químicas que al ser añadidas intencionalmente al alimento, tienden a prevenir o

retardar el deterioro causado a los alimentos por microorganismos, se considera como un conservador ideal a aquel que inhibe hongos, levaduras y bacterias, que no sea tóxico para el ser humano, fácilmente biotransformable por el hígado, no acumulable en el medio ambiente o en organismos vivos, soluble en agua, estable, que no imparta sabor ni olor. (Calaveras, 2004). Los conservantes más utilizados en el área de panificación son:

❖ **Benzoato de Sodio**

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

❖ **Propionato de Sodio o Calcio**

Son sales de Sodio o Calcio del ácido propiónico con forma muy fina y de color blanco. Estos fueron los primeros ácidos grasos monocarboxílicos usados como agentes antimicrobianos en alimentos.

Su eficacia está en relación al pH siendo 5.0 pH su actividad más óptima para la eliminación de mohos. Se caracteriza porque tiene muy poco efecto sobre las levaduras en dosis normales. Sin embargo, se usan para evitar descomposición de panadería por *Bacillus subtili* o *B. mesentericus* ("rope"). Normalmente es utilizado durante el amasijo. La dosis

es de 0.05-0.1%. (Calaveras, 2004).

2.3.2.5. Sal.

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

✓ Características:

- De bajo costo, se usa sal tal y como se extrae de las salineras, no refinada
- En solución acuosa debe ser limpia y sin sustancias insolubles depositadas en el fondo.
- Debe contener sales de calcio y de magnesio
- Debe ser salada y no amarga.
- Granulación fina poseer una cantidad moderada de yodo para evitar trastornos orgánicos, garantizar una pureza por encima del 95% y sea blanca (yodo 0.004). (Calaveras, 2004).

✓ Funciones de la sal en la panificación son:

Actúa principalmente sobre la formación del gluten ya que la gliadina es menos soluble en agua con sal, obteniéndose así mayor cantidad de gluten, lo que le permite a la masa retener el agua y el gas.

- Obtención de masa más compacta que aquella que no posee sal, haciéndola más fácil de trabajar.
- La sal controla o reduce la actividad de la levadura, ejerciendo una acción bactericida no permitiendo fermentaciones indeseables dentro de la masa.
- Retarda el crecimiento de microorganismos fermentativos

secundarios como son los productores de ácido acético.

- Favorece a la coloración superficial del pan.
- Por su higroscopicidad (capacidad de absorción de agua) influye en la duración y en el estado de conservación del pan.
- Mejorar el sabor.
- Las proporciones recomendadas de sal a utilizar son: desde 1.5 hasta 3.0%. (Calaveras, 2004)

2.3.2.6. Azúcar.

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

✓ **Funciones:**

Alimento para la levadura: el azúcar añadida es rápidamente consumida por la levadura, mientras tanto las enzimas convierten el azúcar complejo en mono y disacárido los cuales pueden ser consumidos por la levadura, de esta manera se tiene una fermentación más uniforme.

- **Colorante del pan:** el color café característico proviene de la caramelización de los azúcares residuales que se encuentran en la corteza de la masa después que la misma ha fermentado.
- **Actúa** acentuando las características organolépticas como son la formación del aroma, color de la superficie.
- **Aumenta** el rango de conservación ya que permite una mejor retención de la humedad, manteniendo más tiempo su blandura inicial, retrasando el proceso de endurecimiento.

- **Ayuda** a una rápida formación de la corteza del pan debido a la caramelización del azúcar permitiendo que la temperatura del horno no ingrese directamente dentro del pan que pueda cocinarse y también para evitar la pérdida del agua. (Calaveras, 2004)

2.3.2.8. Grasas.

Las grasas son una de las sustancias que con más frecuencia se emplean en pastelería y en la elaboración de productos de horneado. Su empleo como mejorante de las características de la masa y como conservante viene corroborado en numerosas investigaciones, este depende de su propiedad emulsionante.

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

✦ Características de las grasas:

- **Rancidez**

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

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

- **Sabor**

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

- **Color:**

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

Manteca de cerdo : Color blanco puro.

Mantequilla y Margarinas : Amarillo Dorado.

Grasa anhídras : Tonos cremas suaves.

- **Funciones de las grasas:**

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

suministran 9.000 calorías por kilo. (Calaveras, 2004)

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

- Pérdida de volumen.
- Textura y gusto grasoso.
- El pan tendrá características de masa nueva (fresca).

(Calaveras, 2004)

2.3.3. Materiales de Embalaje.

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

Los aspectos de “marketing” son un objetivo en sí mismos, pero, quizás sean dignos de considerar aquí algunos puntos, ya que tienen consecuencias sobre los problemas del empaquetado. (Matckovich, 2009). Una proporción muy alta del producto se adquiere por un impulso, por lo que es importante que las ilustraciones y color del empaque sean atractivos y suficientemente descriptivos del contenido. Las legislaciones se van haciendo cada vez más exigentes y han de ser expuestas cantidades considerables de información esencial de forma claramente legible. Esto puede perjudicar aquellos diseños que podrían ser considerados como atractivos. Por tanto, el tamaño

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

Los costos de composición para la impresión de los envoltorios, son sustanciales, y por tanto, es de gran importancia la atención al diseño y etiquetado. (Matckovich, 2009)

Los errores después de haber impreso los envoltorios, pueden ser muy costosos y pueden conducir a expedientes legales en contra de la empresa. (Matckovich, 2009)

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

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

Para el caso del pan de molde, el empaque utilizado es el Primario, más específicamente las bolsas, pues una vez que el pan se enfría hasta los 13°C y es rebanado, es embolsado con la finalidad de protegerlo contra la

pérdida de humedad y contra la acción del medio ambiente. La bolsa sirve para mantener una atmósfera con presión de vapor equilibrado con la presión de vapor del producto, también para mantener las características organolépticas del producto final. La bolsa debe tener características de hermeticidad y de baja permeabilidad al vapor de agua como al oxígeno. (Matckovich, 2009)

Las bolsas pueden ser de dos tipos:

□ **Polietileno ($\text{CH}_2\text{-CH}_2$)_n**

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

□ **Polipropileno ($\text{CH}_2\text{-CH-CH}_3$)**

Se obtiene con un proceso similar al HDPE, con una polimerización del etileno gaseoso a baja presión, se dan de tres tipos: Polipropileno no orientado, orientado y lacado. El polipropileno no orientado es el material adecuado para las bolsas del pan de molde. Se obtiene por extrusión plana, tiene bajo peso específico. (Matckovich, 2009)

Comparativamente con otros materiales, presenta alta resistencia mecánica al corte o perforación, elevada impermeabilidad al vapor de agua, alta resistencia a la temperatura por su punto de fusión (170 ° C) lo cual permite autoclavado. (Matckovich, 2009)

Las características ópticas de este material son óptimas por su brillantez y por su facilidad para la impresión, tiene alta resistencia a los ácidos y álcalis, además está calificada en las normas europeas para estar en contacto con los alimentos. (Matckovich, 2009)

Aún cuando el material de la bolsa tenga óptimas condiciones de impermeabilidad y la bolsa ha sido bien fabricada protegiéndola herméticamente en los extremos del corte, todo ello será insuficiente si el sellado o amarre de la bolsa no es el adecuado. (Matckovich, 2009)

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

2.4. Proceso tecnológico.

Consta de las siguientes etapas:

2.4.1. Recepción.

La recepción debe realizarse en un ambiente independiente del área de panificación, porque es en esta zona donde va a llegar la materia prima que puede estar contaminada y puede contaminar el ambiente de proceso. Es

conveniente que en la etapa de recepción se tenga diferenciadas las fechas de entrada de los insumos, así mismo su fecha de elaboración y vencimiento. Esta área debe ser fresca y ventilada. (Calaveras, 2004)

2.4.2. Formulación para el pan de molde.

Se debe tener en cuenta el producto a fabricar y la calidad de las materias primas, determinará en qué proporción entrarán los diferentes ingredientes. Si no se diseña una fórmula equilibrada, de nada valdrá realizar un trabajo correcto de amasado y los resultados serán funestos. Muchas veces estas formulaciones se tienen en cuenta los datos obtenidos en la bibliografía, pero en principio se debe determinar el tipo de pan de molde (pan de molde blanco, pan de molde integral, por ejemplo). (Matckovich, 2009)

2.4.3. Pesado de Materia Prima e Insumos.

Permite conocer con exactitud la cantidad de materia prima e insumos que se va a utilizar de acuerdo y en exactitud a la formulación realizada, pues una falla en esta etapa podría reflejarse en el producto final. Con esto se podrá determinar el rendimiento del producto final así como evaluar los costos.

Se efectúa con cualquier tipo de balanza de capacidad apropiada y de precisión a las centenas o decenas de gramo. La forma de pesar puede ser en los mismos empaques en que la materia prima e insumos llega a planta o pasándola con cuidado a los empaques adecuados de la fábrica que se puedan manejar y luego ser mezclados para obtener la masa. (Matckovich, 2009)

2.4.4. El amasado y su importancia.

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

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

2.4.4.1. Fases del amasado.

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

- **Fresado**

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

- **Rotura y Estirado**

Cuando la masa ya está ligada, los brazos amasadores, estiran la masa,

rompiéndola, y los fragmentos son lanzados contra las paredes.

Este trabajo va desarrollando progresivamente la malla de gluten, lo que se manifiesta en la masa por una mayor cohesión, dejándose estirar mucho más antes de romper. (Calaveras, 2004)

- **Soplado u Oxigenado**

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

Finalizando el amasado, tendremos una masa con elasticidad y extensibilidad deseadas, de aspecto fino y liso, y muy flexible.

(Calaveras, 2004)

2.4.4.2. Método de preparación de la Masa.

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

- Para conseguir un pan voluminoso de corteza fina y miga blanca, el amasado será prolongado, intensivo, incorporando la sal al final.
- Para obtener un pan de volumen medio, corteza gruesa y miga color crema, deberá acortarse el amasado, añadiendo la sal al principio, y ser posible trabajando siempre a velocidad lenta.
- Para que el pan tenga miga alveolada irregularmente, de color crema, y corteza crujiente, amasaremos unos cinco minutos en primera velocidad

(amasadora de brazos). Dejaremos reposar la masa de 10 a 15 minutos, terminando después el amasado con otros 15 minutos también en primera velocidad. (Calaveras, 2004)

➤ **Método Directo**

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

➤ **Método Esponja y Masa**

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

➤ **Método Mixto**

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

como la fuerza de la harina:

Verano : entre 5 y 15%

invierno : del 20 al 30%

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

2.4.5. División o Corte y Pesado.

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

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

2.4.6. Boleado y Moldeado.

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

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

Luego se procede a estirar ligeramente la masa y darle una forma más

alargada, para que de esta manera ocupe un mayor espacio en los moldes para pan y así darles la forma definitiva. (Calaveras, 2004)

2.4.7. Fermentación.

Esta operación tiene por objeto la producción de anhídrido carbónico, alcohol y otros componentes aromáticos, permitiendo obtener un producto de buen volumen, olor y sabor. (Calaveras, 2004)

2.4.7.1. Fermentación Controlada.

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

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

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

2.4.7.2. Proceso.

El proceso no varía excesivamente del que se utiliza normalmente para cualquier elaboración, pero si hay que tener en cuenta que al ralentizar la acción de la levadura se debe acondicionar la masa para poder soportar los cambios de temperatura y una fermentación más larga.

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

2.4.7.3. Temperatura de Bloqueo.

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

2.4.7.4. Temperatura de Mantenimiento.

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

2.4.7.5. Temperatura de Fermentación.

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

2.4.7.6. Efectos de la Temperatura y Humedad.

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

Cuando la temperatura de fermentación supera los 30 °C, se produce una desproporción en la fermentación de la masa, fermentando más en la parte externa que en la interna, lo que provocará que la corteza se cuartee y se desprenda gas. El aroma y sabor también se verán afectados por una temperatura superior a los 30° C ya que, a esta temperatura se desarrollan progresivamente las fermentaciones secundarias (ácida, láctica y butírica) que, si bien son positivas, cuando se producen en exceso provocan un sabor negativo. (Calaveras, 2004)

Es recomendable antes de aumentar exageradamente la temperatura de fermentación añadir más cantidad de levadura. Por otro lado,

cuando la temperatura de fermentación es inferior a 25° C, la masa además de fermentar más lentamente, va perdiendo fuerza y tenacidad. Por ello, hay que tener en cuenta que cuando utilizan las técnicas de la fermentación controlada o se somete a la masa al frío para ralentizar la fermentación, hay que dotar a la masa de mayor fuerza para compensar el equilibrio y la pérdida de fuerza.

La humedad relativa de la cámara o del lugar donde se desarrolle la fermentación ha de estar bien regulada, ya que, si el ambiente es muy seco, la masa se cortará y si es muy húmeda la masa se volverá pegajosa. (Calaveras, 2004)

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

2.4.8. Horneado.

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

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

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

2.4.8.1. Principales Cambios que Ocurren durante el Horneado.

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

2.4.8.2. Cocción.

El proceso de cocción de las piezas de masa consiste en una serie de transformaciones de tipo físico, químico y bioquímico, que permite obtener al final del mismo un producto comestible y de excelente características organolépticas y nutritivas.

La temperatura del horno y la duración de la cocción varían según el tamaño y tipo de pan. La temperatura oscila entre 220 a 275° C, la duración:

- 45 -50 min. pan de 200 gr.
- 30 – 40 min. pan de 900 gr.
- 20 - 30 min. pan de 500 gr.
- 13 – 18 min. pan más pequeño.

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

Al final, en caso de que el flujo de agua cese completamente, se llega al punto de carbonización. (Calaveras, 2004)

Además, ocurre la volatilización de todas aquellas sustancias que tienen una temperatura de evaporación inferior a 100° C y en particular del alcohol etílico y de todas las sustancias aromáticas que se forman tanto en la fermentación, como en la cocción (aldehídos, éteres, ácidos, etc.).

A causa de la dilatación del gas y del aumento de la tensión del vapor de agua, debido a la temperatura del horno, la masa sufre rápido aumento de

volumen que alcanza el máximo desarrollo después de un tiempo (5 – 10 minutos), variable con el peso, la forma y la calidad de la masa. El desarrollo de la masa está relacionado con tres factores, concentración del gas, elasticidad y resistencia de la masa, y su capacidad de retención del gas. (Calaveras, 2004)

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

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

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

Durante el horneado hay una pérdida de vitamina B1 del orden del 15%, se reduce la digestibilidad de las proteínas y la disponibilidad nutricional de la lisina (baja entre 10 a 15%). (Calaveras, 2004)

2.4.9. Enfriado.

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

El pan sale del horno con su miga a una temperatura ligeramente inferior a 100° C y con un 45 % de humedad en su centro. La corteza está más caliente pero mucho más seca (1- 2% de humedad). Si la desecación es muy intensa durante el enfriamiento se produce mucha pérdida de peso y de las características de la miga, por lo que la temperatura óptima de enfriamiento es no menor de 13° C. (Calaveras, 2004)

2.4.10. Rebanado y Embolsado.

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

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

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

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

2.4.11. Almacenamiento.

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

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

2.4.12. Evaluación sensorial.

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

La evaluación sensorial se ha definido como una disciplina científica usada

para medir, analizar e interpretar las reacciones percibidas por los sentidos (vista, gusto, olfato, oído y tacto) hacia ciertas características de un alimento o material. (American Society for Testing and Materials, 1980 citado por Jiménez R., 2000). No existe ningún otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana; por lo tanto, la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos.

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

2.5. Control de Calidad.

2.5.1. Conceptos Fundamentales.

2.5.1.1. Calidad.

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

La calidad son las características de un producto o servicio que sea necesario para satisfacer las necesidades del cliente o para alcanzar la aptitud para el uso de una característica de calidad. Cuando se tratan de productos las características son casi técnicas, mientras que las características de calidad de los servicios tienen una dimensión humana. (Casaverde, 2003)

2.5.1.2. Control de Calidad.

Según norma **NTP – ISO 8402 - INDECOPI** (1992), el control de calidad se define como las técnicas y actividades de carácter operativo utilizadas para cumplir los requisitos para la calidad. Practicar el control de calidad es desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el más útil y siempre satisfactorio para el consumidor. (Casaverde,2003)

El control de calidad moderno utiliza métodos estadísticos para alcanzar esta meta, es preciso que en la empresa todos promuevan y participen en el control de la calidad, incluyendo en estos a los altos ejecutivos así como a todas las divisiones de la empresa y a todos los empleados. (Casaverde, 2003)

2.5.1.3. Requerimientos Básicos.

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

Para la estructura física y las instalaciones de una fábrica o área industrial, la norma establece que las paredes, sala de proceso y el techo deben ser de material lavable. Contar con una adecuada iluminación (natural, artificial) y condiciones para una fácil limpieza. Otras exigencias son: Ventilación adecuada y ventanas cubiertas con mayas metálicas para evitar el ingreso de insectos y polvo.

Es indispensable disponer de agua y energía eléctrica todo el tiempo, además de que la materia prima e insumos. Todos deben ser de marca de garantía y ser almacenados en condiciones adecuadas para su mayor

2.5.1.4. Principales Defectos en los Productos de Panificación.

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

El proceso e insumos deberán ser de calidad para obtener un producto óptimo que tenga la aceptación de los consumidores.

Los análisis que se realizan en el laboratorio son: Análisis Físicoquímicos y Organolépticos, efectuándose principalmente el porcentaje de humedad, acidez, pH; determinaciones de azúcares reductores y otros que requieran los productos terminados. A continuación se detallan los principales defectos en la elaboración de productos de panificación, específicamente en el pan de molde. (Matckovich, 2009)

A. Deterioro del producto de panificación:

Como producto de panadería, los panes están compuestos por una amasa

de harina fermentada y horneada, conteniendo además azúcar, yema de huevo, manteca y otros. Entonces, el pan, por sus características de composición y presentación, está sujeto a vencimiento debido al deterioro ocasionado por interacción de varios factores:

Los componentes de almidón de la harina estarán sujetos a cristalización o retrogradación.

- El componente graso a enranciamiento.
- La humedad y el peso disminuirán.
- El aroma y sabor característico se perderá gradualmente.
- Podrá sufrir daño físico por aplastamiento.
- Determinantemente habrá un deterioro microbiológico por el desarrollo de hongos contaminantes y otros microorganismos. (Calaveras, 2004).

Los principales problemas por deterioro en los productos de panadería, están dados por diferentes agentes tales como:

➤ **Pérdida de Humedad y Peso:**

Los empaques de los panes de molde, generalmente indican que el producto está sujeto a pérdida de humedad y peso, conforme transcurre el tiempo. (Calaveras, 2004).

Pruebas de laboratorio muestran que la humedad del pan de molde envasado podría variar de 38% a 42% a 25° C. (Calaveras, 2004).

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

producto y la atmósfera inmediata. (Calaveras, 2004).

En cuanto a las pérdidas de humedad y peso, el empaque protector juega dos papeles importantes: El primero es el disminuir la migración de vapor de agua del pan de molde al espacio interior de la bolsa y, el segundo, es el de disminuir la migración de vapor al espacio exterior de la bolsa. (Calaveras,2004).

El espacio “intra-pack” o interior de la bolsa es el que se encuentra entre el pan de molde y la superficie interna de la misma contenedora, es decir, el medio circundante del producto. Durante la operación del empaclado, antes de cerrar la bolsa, se podrá rociar al pan de molde con una solución alcohólica, creándose en el interior de la bolsa una presión de vapor que debe mantenerse en equilibrio, con la presión de vapor que existe en la superficie del producto. Si las características del empaque permiten mantener el equilibrio, la migración de vapor desde el producto al medio circundante no se dará. (Calaveras, 2004).

El espacio “extra-pack” o exterior de la bolsa es aquel que se encuentra fuera de la misma que contiene al pan de molde. La reducción de esta migración dependerá fundamentalmente de la impermeabilidad al vapor de agua que tenga el material con el que se haya fabricado la bolsa. Si esta migración no se produce, el equilibrio entre las presiones de vapor de la superficie del producto y su medio circundante, se mantendrá. (Calaveras, 2004).

Si por el contrario, ya sea que la permeabilidad del material de empaque o por falta de hermeticidad en el sellado o cierre de la bolsa,

se producen migraciones de vapor desde el espacio “intra-pack” hacia el espacio “extra-pack”, el pan de molde perderá humedad porque se perderá el equilibrio que se había dado. (Calaveras, 2004).

➤ **Alteración de la grasa**

El componente graso del pan de molde está dado por manteca vegetal aunque también puede ser dada por mantequilla o huevo dependiendo de la formulación utilizada y, por los lípidos de las yemas de los huevos. Las grasas como triglicéridos se deterioran por acción de las enzimas proteolíticas como la lipasa, se hidrolizan a los triglicéridos, liberando ácidos grasos, que le confieren al producto sabores y aromas desnaturalizantes. La lipasa puede proceder del mismo alimento o de microorganismos contaminantes como hongos, levaduras y bacterias.

Los triglicéridos también están expuestos al deterioro por rancidez oxidativa, la misma que se produce por acción del oxígeno sobre los ácidos grasos no saturados. (Calaveras, 2004).

□ **Pérdida de Aroma**

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

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

- Alteración del componente graso por acción de lipasas,

lipoxigenasas y del oxígeno.

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

➤ **Falta de Acidez**

El pH del pan, con valores entre 5.7 y 5.9 o superiores, facilita la proliferación microbiana, no solamente la producida por mohos sino también por ahilamiento. La reducción del pH por fermentación prolongada o por la adición de algunos reguladores del pH favorece un tiempo mayor de conservación. Por otro lado, los conservantes tienen su máxima actividad en un medio ácido. En fermentaciones cortas hay que potenciar la acidez con la adición de ácido láctico, vinagre, ácido ascórbico o cítrico. (Calaveras, 2004).

□ **Deterioro Mecánico:**

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

El aplastamiento puede fracturar la corteza con lo que se favorece la penetración y desarrollo de hongos contaminantes que están en la superficie y también se afecta la presentación del producto.

El deterioro por daño mecánico se evita mediante el adecuado diseño del empaque y embalaje. Diseño que debe tomar en cuenta la resistencia de los materiales como la bolsa de polipropileno, a las fuerzas o cargas tanto estáticas como dinámicas. (Calaveras, 2004).

B. Recomendaciones:

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

- El Control de Calidad estará a cargo de personal calificado y debidamente capacitado.
- Las responsabilidades de Control de Calidad deben estar claramente definidas.
- La alta dirección de la empresa debe estar comprometida con la tarea del aseguramiento de la calidad.

Ahora bien entre las tareas que deben ser supervisadas por el Departamento de Control de Calidad, podemos hacer referencia:

- Inspeccionar continua y periódicamente la materia prima e insumos, así como aditivos necesarios para la fabricación del producto.
- Se deben guardar todos los informes acerca de los análisis realizados, los cuales deben ser registrados oportunamente, previamente preparados para brindar información rápida,

concreta y puntual. En el caso del pan de molde entonces, es imprescindible conocer la harina y su calidad, así como el estado de los demás ingredientes. Todo esto con el fin de evitar problemas durante la elaboración de la masa.

- Control adecuado del proceso y de todas sus fases, cumpliendo con los parámetros y estándares predeterminados. Además debe tenerse en cuenta el control y seguimiento del producto final en condiciones adecuadas de almacenamiento.
- Debe implementarse programas de limpieza, prevención y lucha contra plagas.
- Debe a su vez, considerarse un adecuado programa de capacitación al personal, en adecuadas condiciones de higiene y manipuleo para un adecuado desenvolvimiento en su labor; lo cual redundará directamente en la calidad del producto.
- Es importante, por último, mantener actualizado el plan de control de Calidad, el cual debe ir adaptándose a los cambios y modificaciones que pueda sucederse en planta. (Matckovich,2009)

Por el delicado papel que juega el departamento de Control de Calidad, debe considerarse entonces que la persona a cargo de éste, debe ser alguien debidamente formado y capacitado, que mantenga relaciones directas con la dirección de la empresa. Si queremos definir cuáles serían las funciones básicas del encargado del Control de Calidad, podemos mencionar entre tantas:

- Elegir la materia prima, insumos y aditivos idóneos para la

fabricación del producto seleccionado, marca, tipo, condiciones específicas, etc.; todo esto con la finalidad de lograr mejores características del producto final.

- Debe en lo posible prevenir problemas que puedan presentarse durante la fabricación en si del producto; también se encargará de la supervisión en planta de las adecuadas condiciones de higiene y, así como del correcto manipuleo por parte de los operarios. Además el correcto estado de maquinarias y equipos también debe ser controlado oportunamente. (Calaveras, 2004).

Las recomendaciones más importantes en las Prácticas Industriales de Ingeniería son esencialmente principios de reducción de costos, combinados con la eficacia de hacer un producto de calidad.

La Ingeniería en panificación combina un conocimiento de panadería práctica con un conocimiento suficiente de las operaciones químicas, mecánicas y de equipo para operar exitosamente, y con una buena economía, cualquier Planta Panificadora. (Calaveras, 2004).

El ingeniero debe idear métodos de reducción de gastos (uso de energía, eficiencia del horno, y todos los equipos, tiempo de producción, etc.), incrementar el volumen de producción y mantener la calidad al más alto grado, con una buena ganancia. (Calaveras, 2004).

Otro aspecto de un ingeniero panificador es manejar un sistema preciso de control de gastos por el cual se especifican los gastos de cada operación y de todos los insumos de la formulación. Ello, y la administración no son

operaciones comerciales, pero también forman parte del sistema total de ingeniería de una panadería o planta industrial como lo es la diagramación del taller y disposición del equipo o los análisis de calidad. (Calaveras, 2004).

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 Escuela de Agroindustria – Universidad Nacional del Santa.
- Laboratorio de Análisis y Composición de Productos Agroindustriales de la Escuela de Agroindustria-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 pan de molde se utilizó como materia prima:

- Harina de trigo para panificación, Nicolini,
- Harina de plátano. (Elaboracion propia).

3.2.2. Insumos.

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

- Ácido ascórbico en polvo, de Laboratorio de Investigación y desarrollo de productos agroindustriales de la Escuela de Agroindustria – Universidad Nacional del Santa. (Chimbote).
- Azúcar refinada, de comercial “Ancash” S.A.C. (Chimbote).
- Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) seca instantánea, Fleischman, validez 07/2013, de comercial “Julissa” E.I.R.L. (Nuevo Chimbote).
- Manteca, de comercial “Ancash” S.A.C. (Nuevo Chimbote)
- Sal, de comercial “Ancash” S.A.C. (Chimbote).

3.2.3. Equipos e instrumentos, reactivos y otros materiales.

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

3.2.3.1. Equipos e Instrumentos.

- Amilografo BRANBENDER.
- Amasadora o sobadora marca NOVA, modelo K23, capacidad 40Kg.
- Balanza analítica marca ADAM, modelo PW-254.
- Cámara de fermentación marca NOVA, modelo MAX 1000.
- Colorímetro marca KONICA MINOLTA, modelo CR-400.
- Extensografo BRANBENDER

- Equipo “Falling Number”.
- Horno rotatorio por convención marca NOVA, modelo MAX 1000.
- Rebanadora o cortadora de pan marca NOVA, modelo ESTANDAR.

3.2.3.3. Otros materiales.

- Bolsas de polipropileno litografiadas.
- Cuchillos
- Jarras plásticas.
- Materiales de vidrio y porcelana: Probetas
- Material para prueba sensorial: cabinas de degustación, formatos, lapiceros, vasos y platos descartables.
- Mesa de acero inoxidable:

Largo x ancho x altura =2.5 m x 1.0m x 1.5m.

- Moldes de pan:
Largo x ancho x altura =29.4 cm x 10.5 cm x 9.9 cm.

3.3. Métodos.

3.3.1. Caracterización de las materias primas.

3.3.1.1. Caracterización de la harina de trigo.

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

3.3.1.1.1. Composición porcentual.

Las determinaciones de la humedad, proteína y cenizas de la harina fueron realizadas por los métodos N° 44-15A 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.

3.3.1.1.2. Falling Number.

La actividad diastásica de las harinas se analizó por el equipo de "Falling Number ", según el método N ° 56-81 de la AACC (1995).

3.3.1.1.3. Alveograma.

La tenacidad y extensibilidad de la masa se determinaron en el Alveoconsistograma, de acuerdo con el método N ° 54-30A de la AACC (1995).

3.3.1.1.4. 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).

3.3.1.2. Caracterización de la harina de plátano.

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

3.3.1.2.1. Composición porcentual.

Las determinaciones de la humedad, proteína y cenizas de la harina fueron realizadas por los métodos N° 44-15A de la AACC(1995), N° 920.87 de la AOAC(1980) y 920.03 de la AOAC(1980). El contenido de grasa fue determinado según el método 920.39C de la AOAC(1997). Los carbohidratos totales se determinarán por diferencia (100%- de los otros componentes). Las pruebas fueron analizadas por triplicado, excepto la determinación de proteína y grasa.

3.3.3. Producción de panes.

3.3.3.1. Formulación

La formulación para el pan de molde utilizada en este trabajo está representada en la tabla 8

INSUMO	(%)
Harina de trigo	100
Mejorador	1
Sal	2
Agua	40
Levadura Seca	2.5
Manteca	10
Azúcar	8
Emulsionante	1

Tabla 8: Formulación utilizada para la producción de panes.

**El porcentaje de Harina de trigo se obtuvo por diferencia (100% - el total de los componentes de sustitución. Ver tabla 10)*

3.3.3.2. Planeamiento Experimental.

El Planeamiento Experimental se realizó mediante un delineamiento factorial completo, Delineamiento Compuesto Central Rotacional (DCCR) 2^2 , donde las variables independientes son los niveles de harina de plátano y ácido ascórbico.

Los niveles varían en $-\alpha$, -1 , 0 , $+1$, $+\alpha$; los valores reales correspondientes se encuentran en el Cuadro 9

Tabla 9: Niveles de las variables independientes del delineamiento experimental (DCCR) 2^2 , incluyendo 6 ensayos en condiciones axiales y 3 repeticiones en el punto central.

Variables Independientes	Niveles				
	$-\alpha$	-1	0	$+1$	$+\alpha$
Harina de plátano (%)	2	4.6	11	17.4	20
Ácido Ascórbico (ppm)	10	23.2	55	86.8	100

Once fueron los ensayos realizados, cuatro ensayos factoriales, cuatro ensayos en condiciones axiales y tres repeticiones del punto central. El Cuadro 10 representa el planeamiento experimental utilizado. Los ensayos fueron realizados en 3 días. La secuencia de ejecución de los experimentos fue aleatoria, definida a través de un sorteo previo, excepto para los puntos centrales.

Tabla 10: Valores codificados y valores reales del Diseño Central Compuesto Rotacional 2².

Experimento	VALORES CODIFICADOS		VALORES REALES	
	X ₁	X ₂	Harina de plátano	Acido Ascórbico
1	-1	-1	4,6	23,2
2	1	-1	17,4	23,2
3	-1	1	4,6	86,8
4	1	1	17,4	86,8
5	-1.41	0	2	55
6	1.41	0	20	55
7	0	-1.41	11	10
8	0	1.41	11	100
9	0	0	11	55
10	0	0	11	55
11	0	0	11	55

**Elaborado sobre el Paquete STATISTICA, STATSOFT – USA, versión 5.0.*

3.3.3.3. Procedimiento para elaboración de pan de molde.

En la Figura 4 se muestra el diagrama de flujo utilizado para la elaboración de pan. El procedimiento para la elaboración de pan de molde estuvo descrito por las siguientes etapas:

A. Recepción.

Se recepcionó la materia prima (harina de trigo) y los insumos a usarse en la elaboración del pan de molde, pasando por los controles respectivos, verificando su fecha de producción y vencimiento.

B. Pesado.

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

C. Amasado y Sobado.

Para cada formulación los ingredientes fueron mezclados en una amasadora automática marca NOVA, modelo K23, capacidad de 40Kg; el tiempo de mezcla en velocidad lenta fue de 5 min y luego se procedió a monitorear el tiempo hasta que se produjo el desenvolvimiento del gluten (formación del punto liga o gluten) el cual indica que la masa esta lista.

D. Boleado y moldeado.

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

E. Fermentación.

La masa luego fue mantenida en la cámara de fermentación (marca NOVA, modelo MAX 1000) en condiciones de 31°C y 69% de HR; el tiempo en cada ensayo dependió del comportamiento y desarrollo de la masa con respecto al molde; para lo cual hubo un monitoreo continuo.

F. Horneado.

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

G. Enfriado.

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

H. Rebanado y embolsado.

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

I. Almacenamiento.

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

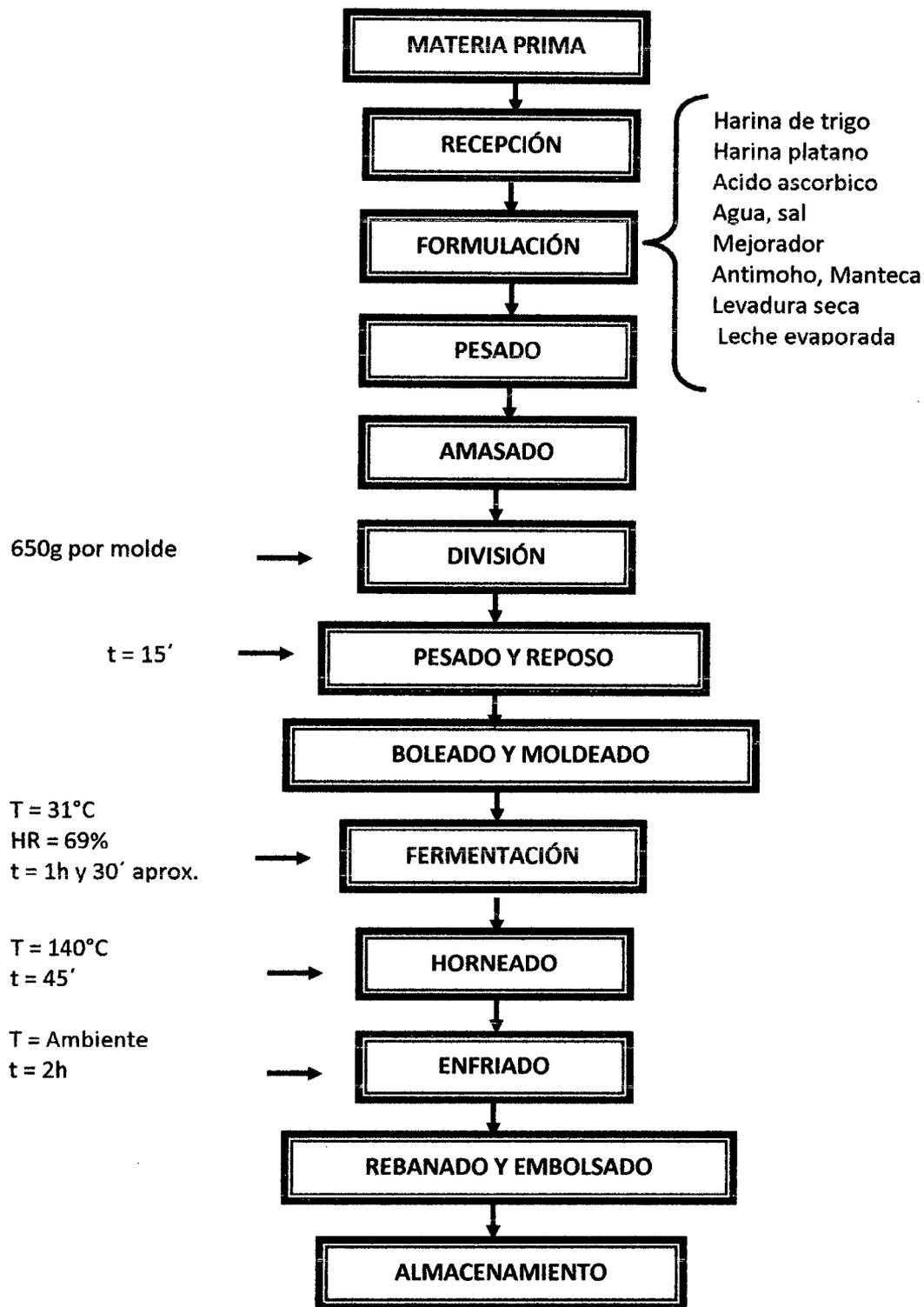


Figura 5: Diagrama de flujo utilizado en el proceso.

3.3.4. Evaluación de la calidad de los panes.

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

3.3.4.1. Volumen específico.

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

3.3.4.2. Color de la corteza y de la miga.

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

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

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:

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

3.3.4.3. Análisis sensorial.

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

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

3.3.4.4. Análisis estadístico.

El programa estadística Statistica 5.0 (StatSoft, Inc., Tulsa,OK, USA) fue utilizado para determinar los efectos de las variables independientes, calcular los coeficientes de regresión, análisis de varianza (ANOVA) y construir las superficies de respuesta con nivel de significancia de 5%.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Caracterización de las materias primas.

4.1.1. Caracterización de la harina de trigo.

4.1.1.1. Composición porcentual.

Los valores de la composición centesimal están representados en el tabla 11.

Tabla 11: Composición porcentual (%) de la harina de trigo.

Componentes (%)	Harina de trigo*
Humedad	13.65
Proteína	11.37
Cenizas	0.47
Grasa	1.66
Carbohidratos	72.85

* Realizado por Corporación de laboratorios de ensayos clínicos, biológicos e industriales
(COLECBI S.A.C.)

Los resultados mostrados en el Cuadro 11, nos indican que la Harina de Trigo tenía un porcentaje de 13.65% de Humedad y 0.47% de Cenizas, los cuales se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles por la *Norma Técnica Peruana 205.027 de INDECOPI*, Febrero 1986 y con la normativa del **CODEX Alimentarius 152-1985**.

Así mismo, se obtuvo un porcentaje de proteína 11.37, siendo mayor al 7,0% referido en el **CODEX Alimentarius 152-1985**.

4.1.2. Caracterización de la harina de plátano.

4.1.2.1. Composición porcentual.

Los valores de la composición centesimal están representados en el tabla 12.

Tabla 12: Composición porcentual (%) de la harina de plátano.

Componentes (%)	Harina de plátano*
Humedad	15.2
Proteína	5.42
Cenizas	1.96
Grasa	2.53
Fibra	1.46
Carbohidratos	77.38

* Realizado por Corporación de laboratorios de ensayos clínicos, biológicos e industriales (COLECBI S.A.C.)

Según (Jiménez, 2012), las harinas comerciales presentan valores de proteína alrededor de 8.55%. Esto puede deberse a la variedad de plátano con que se realizó la harina y al tipo de molienda.

Pacheco, 2005. Indica que el porcentaje de proteína del plátano es 4.10% y grasa al 1.40%.

4.2. Evaluación de la calidad de los panes.

4.2.1. Volumen específico.

Tabla 13: Volumen específico de los panes de molde.

Ensayos	Harina de Plátano (%)	Ácido ascórbico (ppm)	Volumen Específico (ml/g)
1	-1,00	-1,00	4,76
2	1,00	-1,00	5,08
3	-1,00	1,00	5,21
4	1,00	1,00	5,48
5	-1,41	0,00	5,13
6	1,41	0,00	4,92
7	0,00	-1,41	5,00
8	0,00	1,41	4,67
9	0,00	0,00	5,10
10	0,00	0,00	5,29
11	0,00	0,00	5,00
Patrón	-	-	4.49

La tabla 13 muestra como valores mínimo y máximo a los ensayos 8 (11% harina de plátano y 100ppm de ácido de ascórbico) y 4 (17,4% d harina de plátano y 86,8ppm de ácido ascórbico).

Las formulaciones 9, 10 y 11 con condición de punto central o repeticiones indican la buena repetitividad del proceso de elaboración de los panes de molde.

La tabla 13 muestra los coeficientes de regresión y valores de probabilidad al 5% de significancia del diseño experimental con respecto a la respuesta en estudio. De los resultados obtenidos se concluye que ningún término lineal y cuadrático de las variables independientes es significativo. Por lo tanto no se puede concluir en una ecuación de modelo predictivo y construir una superficie de respuesta.

El coeficiente de regresión ($r^2=16,51\%$) obtenido indica la falta de ajuste de los datos experimentales. Es decir ni la harina de plátano y el ácido ascórbico influenciaron en el volumen específico.

Tabla 14: Coeficientes de regresión para la respuesta Volumen específico de los panes de molde.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t	p-valor*
Media	5,13	0,17	29,94	<0.0001
x₁ (L)	0,04	0,10	0,35	0,7413
x₁ (Q)	-0,01	0,12	-0,01	0,9886
x₂ (L)	0,05	0,10	0,46	0,6671
x₂ (Q)	-0,09	0,12	-0,78	0,4730
x₁ x x₂	-0,01	0,15	-0,08	0,9361

x₁–Harina de Plátano, x₂–Ácido ascórbico, L–término lineal, Q–término cuadrático.

** Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p<0.05$).*

4.2.2. Color de la miga.

4.2.2.1. Luminosidad.

Tabla 15 : Luminosidad de la miga de los panes de molde.

Ensayos	Harina de Plátano (%)	Ácido ascórbico (ppm)	Luminosidad
1	-1,00	-1,00	77,20
2	1,00	-1,00	66,70
3	-1,00	1,00	79,10
4	1,00	1,00	67,31
5	-1,41	0,00	75,03
6	1,41	0,00	67,00
7	0,00	-1,41	69,81
8	0,00	1,41	70,00
9	0,00	0,00	75,59
10	0,00	0,00	76,54
11	0,00	0,00	76,10
Patrón	-	-	79,52

Los valores de luminosidad variaron entre 66,70 (17,4% de harina de plátano y 23,2 ppm de ácido ascórbico) y 79,10 (4,6% de harina de plátano y 86,8 ppm de ácido ascórbico); mínimo y máximo respectivamente. Como era de esperarse el patrón tiene un valor de luminosidad mayor, pues no contiene en su composición ninguna variable independiente.

La buena repetitividad o buen desarrollo del proceso queda expresado por los valores cercanos obtenidos en los puntos centrales o repeticiones.

La tabla 15 muestra los valores de probabilidad, que tiene como términos significativos: término lineal de harina de plátano, término cuadrático de harina de plátano y término cuadrático del ácido ascórbico.

Tabla 16 : Coeficientes de regresión para la respuesta luminosidad de la miga de los panes de molde.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(7)	p-valor*
Media	76,08	1,29	58,91	<0.0001
x₁ (L)	-4,21	0,79	-5,32	0,0031
x₁ (Q)	-1,99	0,94	-2,12	0,0871
x₂ (L)	0,35	0,79	0,44	0,6789
x₂ (Q)	-2,56	0,94	-2,72	0,0419
x₁ x x₂	-0,32	1,12	-0,29	0,7848

x₁=Harina de plátano, *x₂*=Ácido ascórbico, *L*=término lineal, *Q*=término cuadrático.

* Valores estadísticamente significativos al 10% de significancia ($p < 0.10$).

El valor del coeficiente de determinación (r^2) fue de 87.70%, lo que indica un buen ajuste de los datos experimentales del modelo experimental.

La tabla 16 , muestra el análisis de varianza; que indica que el Fcalculado es mayor al F tabulado. Por lo tanto teniendo en cuenta el buen ajuste de los datos experimentales y del criterio antes mencionado se puede establecer una ecuación de modelo ajustado de variables codificadas para la respuesta luminosidad.

Tabla 17 : Análisis de varianza para la respuesta luminosidad de la miga de los panes de molde.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado (3, 7;0.10)
Regresión	188,09	3	62.69		
Residuos	26,37	7	3.77	16.63	3.07
Total	214,46	10	21.45		

La ecuación que se presenta a continuación es el modelo predictivo para la ecuación luminosidad. Esta ecuación se ha construido con los coeficientes de regresión (tabla 17); teniendo en cuenta únicamente los términos significativos de las variables independientes en estudio.

$$\text{Luminosidad} = 76.08 - 4.21 x_1 - 1.99x_1^2 - 2.56x_2^2 \dots\dots(1)$$

Donde:

x_1 =Harina de plátano (%).

x_2 = Ácido ascórbico (%).

La superficie de respuesta obtenida, que no es más que la representación de la ecuación (1); indica que los valores óptimos para la respuesta luminosidad son 3,98% de harina de plátano y 55ppm de ácido ascórbico. Con estos valores se obtiene un pan de molde con un valor de luminosidad cercano al patrón.

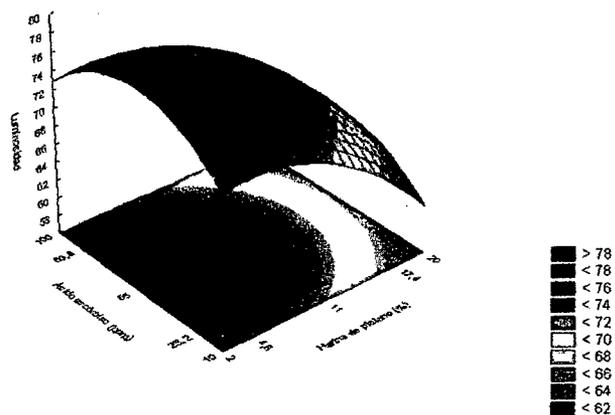


Figura 6: Superficies de respuesta para la luminosidad de la miga de los panes de molde en función de:
a) Contenido de harina de Plátano (%) y Ácido ascórbico (ppm)

Figura 6: Superficies de respuesta para la luminosidad de la miga de los panes de molde en función de:
a) Contenido de harina de Kiwicha (%) y Salvado de trigo (%) , b) Contenido de harina de Kiwicha (%) y ácido ascórbico (ppm) y c) Contenido de Salvado de trigo (%) y ácido ascórbico (ppm).

4.2.2.2. Cromacidad.

Tabla 18 : Cromacidad de la miga de los panes de molde.

Ensayos	Harina de Plátano (%)	Ácido ascórbico (ppm)	Cromacidad
1	-1,00	-1,00	16,30
2	1,00	-1,00	16,96
3	-1,00	1,00	15,43
4	1,00	1,00	16,93
5	-1,41	0,00	13,38
6	1,41	0,00	20,27
7	0,00	-1,41	16,21
8	0,00	1,41	17,24
9	0,00	0,00	18,00
10	0,00	0,00	16,00
11	0,00	0,00	17,45
Patrón	-	-	16,59

Al determinar la cromacidad de los panes de molde, se muestra como valores mínimo (13,38) y máximo (20,27); respectivamente.

El coeficiente de determinación (r^2) fue de 64.39%; valor que indica una falta de ajuste del modelo experimental. Por lo tanto no existe relevancia la interpretación que se pueda dar en cuanto a la respuesta en estudio. A pesar de la significancia del término lineal de harina de plátano como se muestra en la tabla 19. De lo mencionado, se concluye que no es posible establecer una ecuación predictiva y una superficie de respuesta.

Tabla 19: Coeficientes de regresión para la respuesta cromacidad de la miga los panes de molde.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t	p-valor*
Media	17,15	0,83	20,69	<0.0001
x₁ (L)	1,49	0,51	2,93	0,0325
x₁ (Q)	-0,26	0,60	-0,42	0,6893
x₂ (L)	0,07	0,51	0,14	0,8956
x₂ (Q)	-0,30	0,60	-0,50	0,6357
x₁ x x₂	0,21	0,72	0,29	0,7832

x_1 =Harina de plátano, x_2 =Ácido ascórbico, L=término lineal, Q=término cuadrático.

* Valores estadísticamente significativos al 10% de significancia ($p < 0.10$).

4.2.2.3. Ángulo de tonalidad.

Tabla 20: Ángulo de tonalidad de la miga de los panes de molde.

Ensayos	Harina de Plátano (%)	Ácido ascórbico (ppm)	Ángulo de tonalidad
1	-1,00	-1,00	92,43
2	1,00	-1,00	89,13
3	-1,00	1,00	93,42
4	1,00	1,00	88,01
5	-1,41	0,00	96,03
6	1,41	0,00	85,20
7	0,00	-1,41	89,49
8	0,00	1,41	90,15
9	0,00	0,00	88,98
10	0,00	0,00	90,34
11	0,00	0,00	90,23
Patrón	-	-	95,16

La tabla

20

muestra los valores de cromacidad obtenido para las once (11) formulaciones. Estos valores fueron determinados por triplicado para cada formulación.

Tabla 21 : Coeficientes de regresión para la respuesta Ángulo de tonalidad de la miga los panes de molde.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t	p-valor*
Media	89,85	0,69	128,88	<0.0001
x ₁ (L)	-3,00	0,43	-7,03	0,0009
x ₁ (Q)	0,51	0,51	1,01	0,3586
x ₂ (L)	0,10	0,43	0,23	0,8239
x ₂ (Q)	0,12	0,51	0,23	0,8279
x ₁ x x ₂	-0,53	0,60	-0,88	0,4212

x₁=Harina de plátano, *x₂*=Ácido ascórbico, L=término lineal, Q=término cuadrático.

* Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$).

Tabla 22: Análisis de varianza para la respuesta Ángulo de tonalidad de la miga de los panes de molde.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado (1, 9;0.05)
Regresión	72.07	1	72.07		
Residuos	9,99	9	1.11	64.93	5.12
Total	82,06	10	8.21		

La tabla 23 muestra como término altamente significativo a la harina de plátano (L). Por lo tanto teniendo en cuenta el coeficiente de determinación ($r^2 = 87,83\%$) y que el F calculado sea mayor F tabulado, se pudo establecer la ecuación lineal de variable codificada que se presenta a continuación.

$$\text{Ángulo de tonalidad} = 89.85 - 3.00x_1 \dots (2)$$

Donde:

x_1 =Harina de plátano (%).

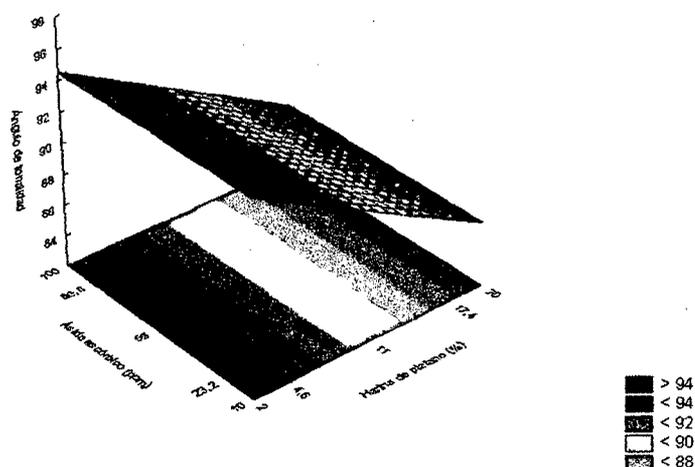


Figura 7: Superficies de respuesta para la ángulo de tonalidad de la miga de los panes de molde en función de: a) Contenido de harina de Plátano (%) y Ácido ascórbico (ppm)

La superficie de respuesta (Figura 7) obtenida del modelo ajustado indica que al adicionar niveles de harina de plátano (2 a 20%) en menor proporción se obtiene mayores valores de ángulo de tonalidad (85,20 a 96,03). Por otro lado el ácido ascórbico no tuvo influencia significativa en la respuesta en estudio.

4.2.3. Análisis sensorial:

Ensayos	Harina de Plátano (%)	Ácido ascórbico (ppm)	Aroma	Textura	Sabor
1	-1,00	-1,00	1,80	1,87	2,07
2	1,00	-1,00	2,10	2,00	2,10
3	-1,00	1,00	1,90	1,90	2,10
4	1,00	1,00	1,80	2,00	2,00
5	-1,41	0,00	1,90	1,90	1,90
6	1,41	0,00	1,90	2,40	1,70
7	0,00	-1,41	1,90	1,90	2,50
8	0,00	1,41	2,00	1,80	1,80
9	0,00	0,00	2,00	3,00	2,10
10	0,00	0,00	2,00	3,00	2,40
11	0,00	0,00	2,00	3,00	2,60

Tabla 23: Respuestas del análisis sensorial de los panes de molde.

La tabla 23 muestra las respuestas obtenidas en el análisis sensorial de los ensayos del diseño experimental.

4.2.3.1. Aroma.

La tabla 24 muestra los valores de probabilidad al 5% de significancia, el t-student y coeficientes de regresión. En esta tabla se encuentra como único término significativo a la interacción de harina de plátano (L) y ácido ascórbico (L). Sin embargo la dispersión de los

datos experimentales expresado por el valor del r^2 (62,82%) no hace posible el establecimiento de una ecuación predictiva y por lo tanto una superficie de respuesta.

Tabla 24 : Coeficientes de regresión para la respuesta Aroma de la miga los panes de molde.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t	p-valor*
Media	2,00	0,04	53,68	<0.0001
x₁ (L)	0,03	0,02	1,09	0,3231
x₁ (Q)	-0,06	0,03	-2,07	0,0931
x₂ (L)	-0,01	0,02	-0,32	0,7612
x₂ (Q)	-0,03	0,03	-1,15	0,3019
x₁ x x₂	-0,10	0,03	-3,09	0,0269

x₁-Harina de plátano, *x₂*-Ácido ascórbico, *L*-término lineal, *Q*-término cuadrático.

* Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$).

4.2.3.2. Textura.

La tabla 25 indica como términos altamente significativos a la harina de plátano (Q) y ácido ascórbico (Q); además del término lineal de harina de plátano.

Tabla 25: Coeficientes de regresión para la respuesta Textura de los panes de molde.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	T	p-valor*
Media	3,00	0,05	59,03	<0.0001
x₁ (L)	0,12	0,03	3,76	0,0131
x₁ (Q)	-0,44	0,04	-11,86	0,0001
x₂ (L)	-0,01	0,03	-0,45	0,6732
x₂ (Q)	-0,59	0,04	-15,91	0,0001
x₁ x x₂	-0,01	0,04	-0,17	0,8714

x₁=Harina de plátano, *x₂*=Ácido ascórbico, *L*=término lineal, *Q*=término cuadrático.

* Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$).

Tabla 26 Análisis de varianza para la respuesta textura de los panes de molde.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado (3, 7;0.05)
Regresión	2.51	3	0.84		
Residuos	0.04	7	0.006	140	4.35
Total	2.55	10	0.26		

El coeficiente de determinación (r^2) fue de 98,41%, lo que indica un buen ajuste de los datos experimentales; pudiéndose construir la superficie de respuesta (figura __) y la ecuación que se presenta a continuación.

$$\text{Textura} = 3.00 + 0.12 x_1 - 0.44 x_1^2 - 0.59 x_2^2 \dots (3)$$

Donde:

x_1 =Harina de plátano (%).

x_2 = Ácido ascórbico (ppm).

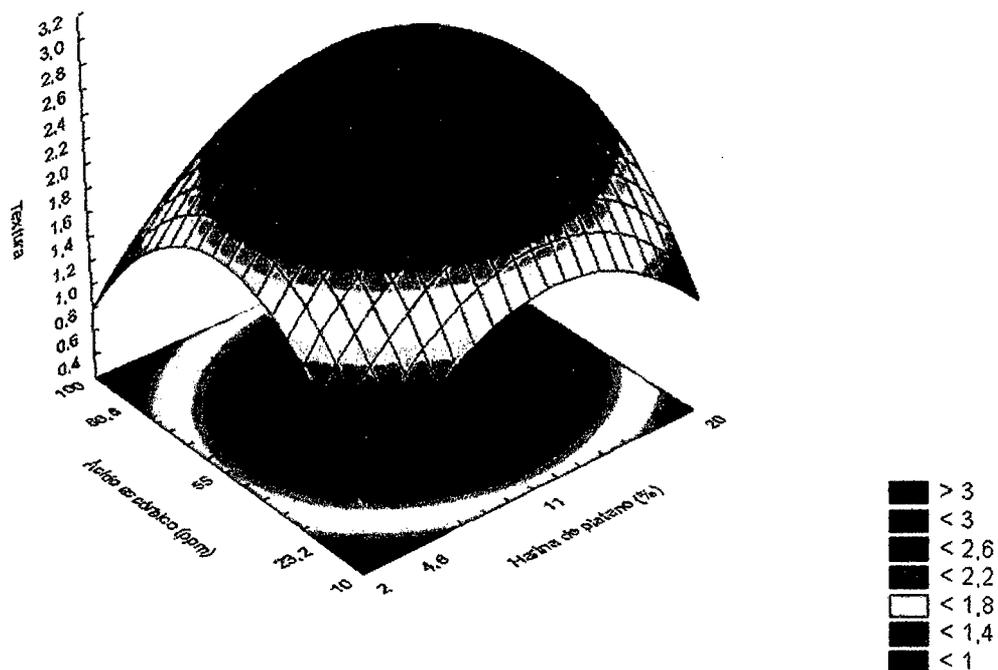


Figura 8: Superficies de respuesta para la textura de los panes de molde en función de: a) Contenido de harina de Plátano (%) y Ácido ascórbico (ppm)

La figura 8, indica que la mejor puntuación de textura que puede ser obtenida por la apreciación de panelistas es cuando se adicione 55ppm de ácido ascórbico y 11,9% de harina de plátano al pan de molde.

4.2.3.3. Sabor.

La tabla 27, muestra los valores de probabilidad al 5% de significancia, el t-student y coeficientes de regresión. En esta tabla se encuentra como único término significativo al término cuadrático (Q). Sin embargo la dispersión de los datos experimentales expresado por el valor del r^2 (68,03%) no hace posible el establecimiento de una ecuación predictiva y por lo tanto una superficie de respuesta.

Tabla 27: Coeficientes de regresión para la respuesta sabor de los panes de molde.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t	p-valor*
Media	2,37	0,13	18,14	<0.0001
x₁ (L)	-0,04	0,08	-0,55	0,6046
x₁ (Q)	-0,26	0,09	-2,74	0,0409
x₂ (L)	-0,13	0,08	-1,66	0,1581
x₂ (Q)	-0,09	0,09	-0,89	0,4112
x₁ x x₂	-0,03	0,11	-0,29	0,7851

x₁-Harina de plátano, *x₂*-Ácido ascórbico, *L*-término lineal, *Q*-término cuadrático.

* Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$).

4.1 Costos de Producción

Para un día de producción de Pan de Molde con harina de plátano y ácido ascórbico, el costo de producción está dado por la sumatoria de todos los gastos realizados. (Ver anexo 8)

Tabla 28: Costos de Producción

RUBRO	COSTO POR DIA (S/.)
Materia Prima	127.35
Materiales Indirectos, mano de obra y otros	108.17
COSTO VARIABLE TOTAL (C.V.T)	235.52
COSTO VARIABLE UNITARIO (C.V.U)	3.93
Depreciación de equipos y materiales	35.99
Depreciación de infraestructura	2.14
Gastos Administrativos	18.81
Otros	9.8
COSTO FIJO TOTAL (C.F.T)	66.06
COSTO TOTAL DE PRODUCCION (C.T.P)	301.58
COSTO DE PRODUCCION UNITARIO (C.P.U)	5.026
GANANCIA POR PRODUCCION (G.P)	116.838
GANANCIA POR UNIDAD (G.P.U)	1.97
PUNTO DE EQUILIBRIO (P.E)	22

Para una producción de 60 unidades de Pan de Molde se obtiene una ganancia de 116.838soles.

4.2 Puntos Críticos de control

El Análisis de Peligro aplicado al proceso, tiene fundamentos científicos y carácter sistemático, permitiendo identificar peligros específicos y medidas para su control con el fin de garantizar la inocuidad del Pan de Molde con adición de harina de plátano (*musa paradisiaca*) Es un instrumento para evaluar los peligros y establecer sistemas de control que se centran en la prevención en lugar de basarse principalmente en el ensayo del producto final. Este sistema es susceptible a cambios que pueden derivar de los avances en el diseño de los equipos, los procedimientos de elaboración. Si bien se considera la aplicación del sistema HACCP a la inocuidad de los alimentos, el concepto puede aplicarse a otros aspectos de la calidad de los alimentos.

Una vez realizados el Análisis de Peligros, tanto a la materia prima como al proceso de elaboración, se pudo determinar que los Puntos Críticos de Control se encuentran en las etapas de Fermentación y Horneado, ya que es aquí donde se debe tener un mayor control de la Temperatura pues esta influye directamente en la formación del pan. Así como también, controla el crecimiento microbiano, evitando el deterioro del producto final. (Ver anexo 9)

CONCLUSIONES

1. La composición química en la materia prima, da como resultado, para la Harina de Trigo 13.65 %humedad, proteína 11.37 %, grasa 1.66%. Cenizas 0.47%, Carbohidratos 72.85; para la harina de plátano 15.02 %humedad, proteína 5.42%, grasa 2.53%. Cenizas 1.96%, fibra 1.46%; Carbohidratos 75.92.
2. Las propiedades reológicas de la Harina de Trigo indica una actividad una actividad enzimática débil (444 s) con exceso de tenacidad (108mm) y fuerza (307* 10E-4 J), con buen índice de gluten (97) lo que demuestra que es una harina de buena calidad para la elaboración de pan de molde.
3. El costo de producción para un día de producción de Pan de Molde con adición de harina de platano y acido ascórbico (60panes de 650gr c/u) en la Planta Piloto Agroindustrial, fue de S/. S/. 301.58 nuevos soles teniendo como costo unitario S/. 5.026 nuevos soles.
4. Los puntos críticos de control del proceso de Elaboración de Pan de Molde con adición de harina de platano y acido ascórbico fueron en la etapa de fermentación y horneado.

RECOMENDACIONES

1. Evaluar el comportamiento reológico de las masas crudas con las sustituciones parciales de harina de maíz morado y harina de soya.
2. Determinar el cambio de color instrumental del pan en el transcurso de los días.
3. Evaluar el color instrumental de la masa cruda para cada formulación.
4. Para garantizar una correcta dosificación, ya que las cantidades a añadir en cada amasada serán siempre muy pequeñas, conviene hacer previamente una mezcla con un excipiente sólido o líquido.
5. Realizar análisis de digestibilidad de los panes de molde.
6. Incorporar un Laboratorio de Cereales, con equipos modernos que permitan mejores investigaciones con fines de publicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aquirre E y Rodríguez, G. (1997). Industria de cereales y panificación. Universidad Nacional del Santa. Departamento Académico de Agroindustria. Única Edición. Chimbote – Perú.
2. Alba G; Laguna J. (2007). “Influencia del cultivo ecológico del trigo sobre las propiedades reológicas de masas panarias”. Universidad Politécnica de Madrid. Departamento de Tecnología de Alimentos.
3. Alberto Edel León; Cristina M. Rosell (2007). “Granos, harinas y productos de panificación de Iberoamérica”. Edición literaria – Córdoba 1ª Edición.
4. Antoine C, Lullien - Pellerin V, Abecassis J, Rouau X. 2002. Nutritional interest of the wheat seed aleurone layer. *Sciences des Aliments*, 22: 545 – 556.
5. Atwell WA. 2001. Wheat flour. Eagan Press Handbook Series. American Association of Cereal Chemist, St. Paul, Minnesota USA.
6. Axford DWE, McDermott EE, Redman DG. 1979. Note on the Sodium Dodecyl Sulfate Test of Breadmaking Quality: Comparison with Pelshenke and Zeleny Tests. *Cereal Chemistry*, 56: 582 – 584.
7. Batista C. (2007). Efeito de adicao de xinalase, glicose oxidase e acido ascórbico na qualidade do pao de forma de farinha de trigo de grao inteiro”. Tesis para optar la maestria en tecnología de los alimentos. Facultad de Ingeniería de los Alimentos, Universidad Estatal DE Campinas. Campinas - Brasil
8. Barbeau WE, Griffey CA, Yan ZH. 2006. Evidence that minor sprout damage can lead to significant reductions in gluten strength of winter wheats. *Cereal Chemistry*, 83: 306 – 310.

9. Bean SR, Lyne RK, Tilley KA, Lookhart GL. 1998. A rapid method for quantitation of insoluble polymeric proteins in flour. *Cereal Chemistry*, 75: 374– 379.
10. Bilbao, C. (2007). *Revista Panadera: Forma e Informa*. Año 1. N° 5. Lima – Perú Pg. 24 - 26
11. Calaveras, J (2004). *Nuevo tratado de panificación y bollería*. 2da Edición AMV ediciones. Madrid - España.
12. Campbell G; Webb C (1997). “Cereals Novel uses and processes”. Satake Centre for Grain Process Engineering University of Manchester Institute of Science and Technology. Manchester – Inglaterra.
13. Chasquivol, N.; Lengua, L; Delmás, I; Rivera, D.; Bazán, D.; Aguirre, R; Bravo, M. (2003). *Alimentos Funcionales o Fitoquímicos. Clasificación e Importancia*. Departamento de Química Analítica, Facultad de Química e Ingeniería Química. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima – Perú.
14. Codex Alimentarius (1985). Norma del Codex para la harina de trigo.
15. Dowell FE. 2000. Differentiating vitreous and nonvitreous durum wheat kernels by using near – infrared spectroscopy. *Cereal Chemistry*, 77 : 155 – 158
16. Dupont FM, Altenbach SB. 2003. Molecular and biochemical impacts of environmental factors on wheat grain development and protein synthesis. *Journal of Cereal Science*, 38 : 133 - 146
17. Eckert B, Amend T, Belitz HD. 1993. The course of the SDS and Zeleny sedimentation Tests for gluten Quality and related phenomena studied using the light microscope. *Zeitschrift Fur Lebensmittel – Untersuchung Und – Forschung*, 196 : 122 - 125
18. Gerhard Jagnow 1991. Biotecnología introducción con experimentos de modelo. Ed. Acribia. España. 1997.

19. Jenner CF, Ugalde TD, Aspinall D. 1991. The Physiology of starch and protein deposition in the endosperm of wheat. *Australian Journal of Plant Physiology*, 18: 211 – 226.
20. Kottarachchi NS, Uchino N, Kato K, Miura H. 2006. Increased grain dormancy in White-grained wheat by introgression of preharvest sprouting tolerance QTLs. *Euphytica*, 152: 421 - 428
21. León, A y Rosell, C. (2007). “De tales harinas, tales panes”. Granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica. Córdoba – Argentina.
22. Matckovich, C (2009). Elaboración de Panetón. Informe de Practicas para optar el Grado de Bachiller en Ingeniería Agroindustrial. Facultad de Ingeniería E.A.P. Ingeniería Agroindustrial. Universidad Nacional del Santa. Chimbote – Perú.
23. Mathewson PR, Pomeranz Y. 1978. Relationship between alpha – amylase and falling number in wheat. *Journal of Food Science*, 43: 652 – 653.
24. Miranda, R; Salomon, N (2001). “Trigos Argentinos de Calidad”. Bahía Blanca - Argentina.
25. Jimenez, 2012. Elaboración de harina de 3 Variedades de Plátano Verde (MUSA SPP) y uso como materia prima para la panificación.
26. Pacheco-Delahave, E.; Testa, G. 2005. Evaluación Nutricional, física y sensorial de los panes de trigo y plátano verde. *Interciencia*.

ANEXOS

ANEXO 1
ANÁLISIS REOLÓGICO DE LA
MEZCLA HARINA DE TRIGO,
HARINA DE PLATANO Y ACIDO
ASCORBICO

Figura 9 :EVALUACION EXTENSOGRAFO Muestra 1



Brabender
U.S. PAT. & TRADE MARK

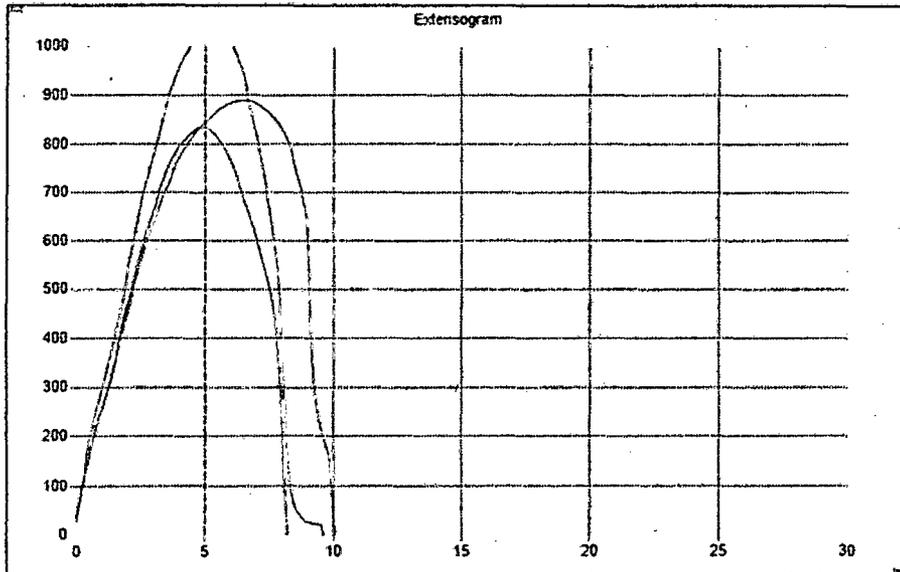
Brabender® Extensograph

Evaluation of sample: muestra 1
 Date: 13/12/2013
 Operator: ing. john gonzales

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

Proving Time [min]:	30	60	90
Energy [cm ²]:	110	104	83
Resistance to Extension [BU]:	847	1043	833
Extensibility [mm]:	101	96	82
Maximum [BU]:	890	1047	834
Ratio Number:	8.4	10.9	10.1
Ratio Number (Max.):	8.8	10.9	10.1

Remarks: muestra 1

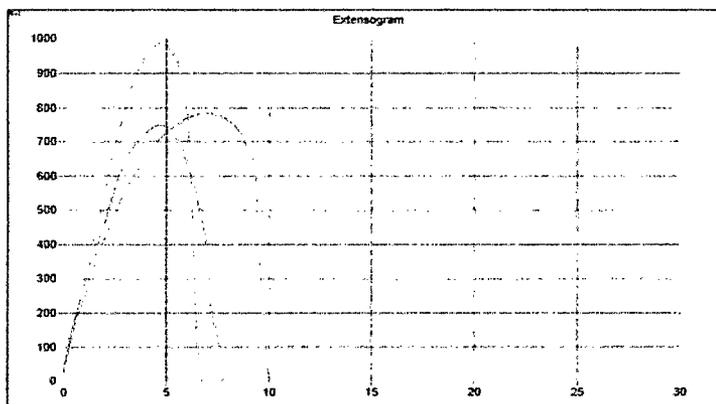


Test: C:\Users\UNS-01\Desktop\shelya\muestra 1.EXD

fig. 10 : evaluacion de extensografoMuestra 2

Brabender® **Brabender® Extensograph**

Evaluation of sample:	muestra 3		
Date:	13/12/2013		
Operator:	ing john gonzales		
Test after 30/60/90 Minutes	56.0 %		
Waterabsorption:			
Proving Time [min]	30	60	90
Energy [cm ²]	102	76	68
Resistance to Extension [BU]	728	979	741
Extensibility [mm]	100	68	77
Maximum [BU]	785	987	750
Ratio Number:	7.3	14.5	9.6
Ratio Number (Max):	7.8	14.6	9.7
Remarks:	muestra 3		



Test: C:\Users\UN5-01\Desktop\shelya\muestra 3.EXD

Fig. 11: evaluación amilograma Mezcla 1

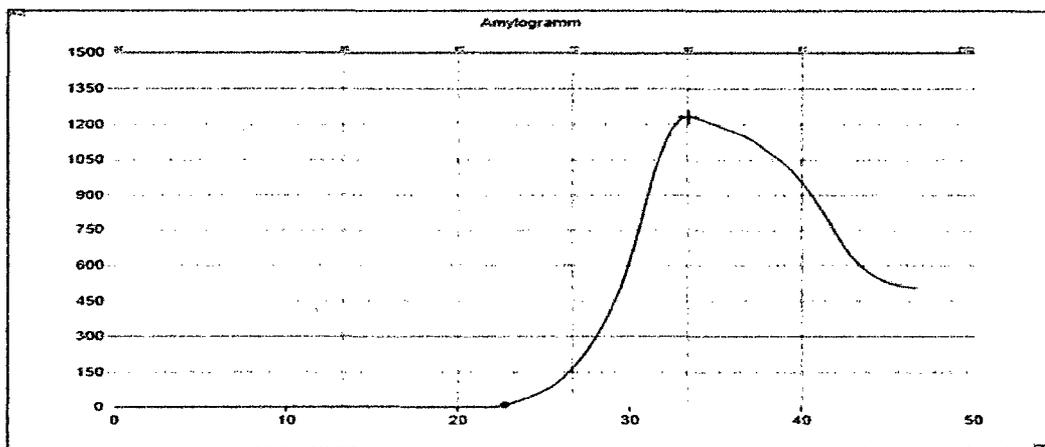
Brabender® Amylograph Brabender

Flour - Amylogram (80.0 g / 450.0 ml)
Evaluation of sample: mezcla 3
Date: 08/08/2013 09:51
Operator: john
Heating rate: 1.5 °C/min

Moisture: 12.0 %
Sample weight corr. to 14.0 % : (78.2 g / 451.8 ml)

Begin of gelatinization: 64.1 °C
Gelatinization temperature: 80.1 °C
Gelatinization maximum: 1231 AU

Remarks: h. trigo 82.58% - h. de platano 17.4% - Ac. Ascor 0.02%



Test: noname

Fig. 12 . evaluación amilograma Mezcla 2

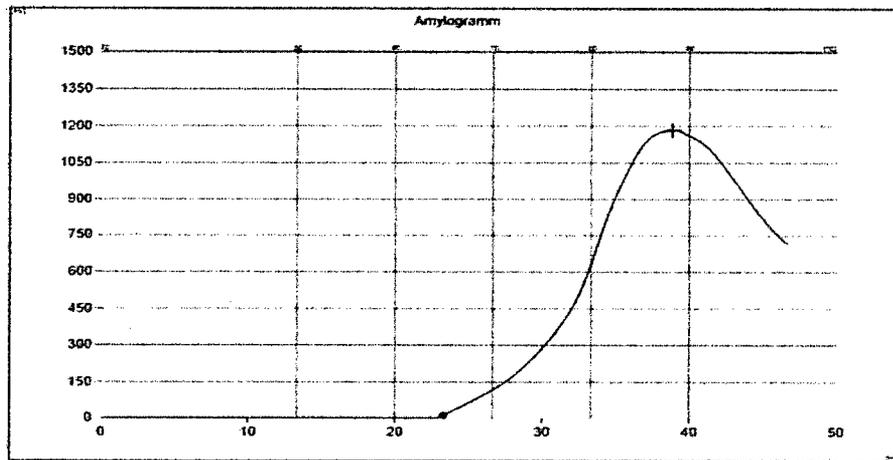
Brabender® Amylograph Brabender

Flour - Amylogram (80.0 g / 450.0 ml)
Evaluation of sample: mezcla 2
Date: 15/08/2013 08:26
Operator: john
Heating rate: 1.5 °C/min

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

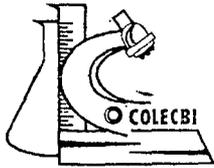
Begin of gelatinization: 65.0 °C
Gelatinization temperature: 88.3 °C
Gelatinization maximum: 1183 AU

Remarks: h. trigo 95.31% - h. platanó 4.6% - ac ascerb. 0.09%



Test: noname

ANEXO 2
ANALISIS DE PORCENTUAL DE LA
HARINA DE TRIGO Y HARINA DE
PLATANO.



INFORME DE ENSAYO N° 1162-12

SOLICITADO POR : SHEYLA ALONZO RUSSEL.
DIRECCION : Nuevo Chimbote.
PRODUCTO DECLARADO : HARINAS.
CANTIDAD DE MUESTRA : 02 muestras x 400g c/u
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno transparente, cerrada.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2012-05-03
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2012-05-03
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 2012-05-03
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico.
CODIGO COLECBI : SS 000615-12

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA	
	PLATANO	TRIGO
Proteínas (%) Factor 6,25	2,93	11,37
Grasa (%)	2,53	1,66
Humedad (%)	15,2	13,65
Cenizas (%)	1,96	0,47
Fibra (%)	1,46	-

METODOLOGÍA EMPLEADA

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

Grasa : UNE 64021 1970

Humedad : UNE 64015-1971

Cenizas : UNE 64019 1971

Fibra : NMX-F-090-1978

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.

Nuevo Chimbote, Mayo 03 del 2012.

DVY/jms

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES
“COLECBI” S.A.C.

Denis Vargas Yápez
SU GERENTE

ANEXO 3

ANALISIS FISICOQUIMICOS AL PAN DE MOLDE

METODO COLORMETRIA INSTRUMENTAL

Procedimientos:

- 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 utiliza las siguientes ecuaciones.

$$\text{Cromacidad} = (a^{*\text{Error! Vínculo no válido.}2} + b^{*2})^{1/2}$$

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

- Seleccionar el espacio de color en el cual se va realizar la lectura.
- Tomar una muestra y colocarlo en Colorímetro.
- Realizar 3 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^*

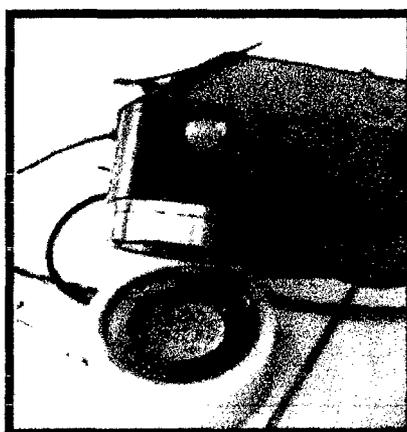


Figura 13: Determinación de Colorimetría de Materia Prima

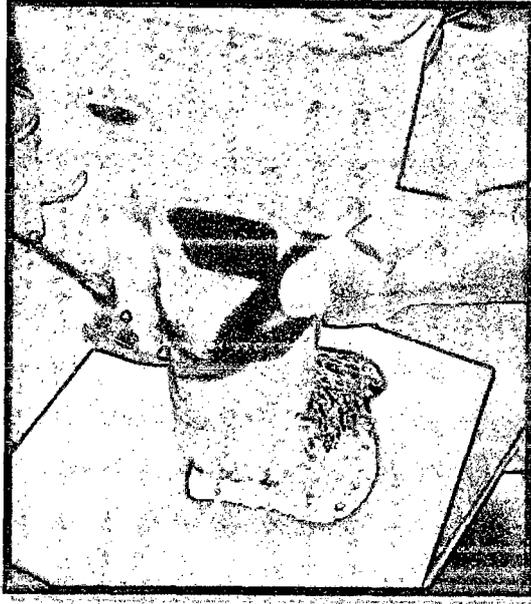


Figura 14: Determinación de Colorimetría de Miga del Pan

METODO DE VOLUMEN ESPECÍFICO

Procedimiento:

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

Cálculos

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

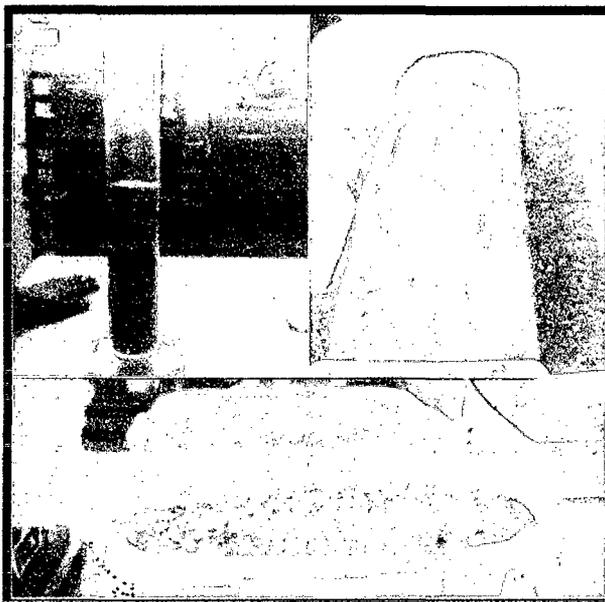


Figura 15: determinación de volumen específico

ANEXO 4

BALANCE DE MATERIA

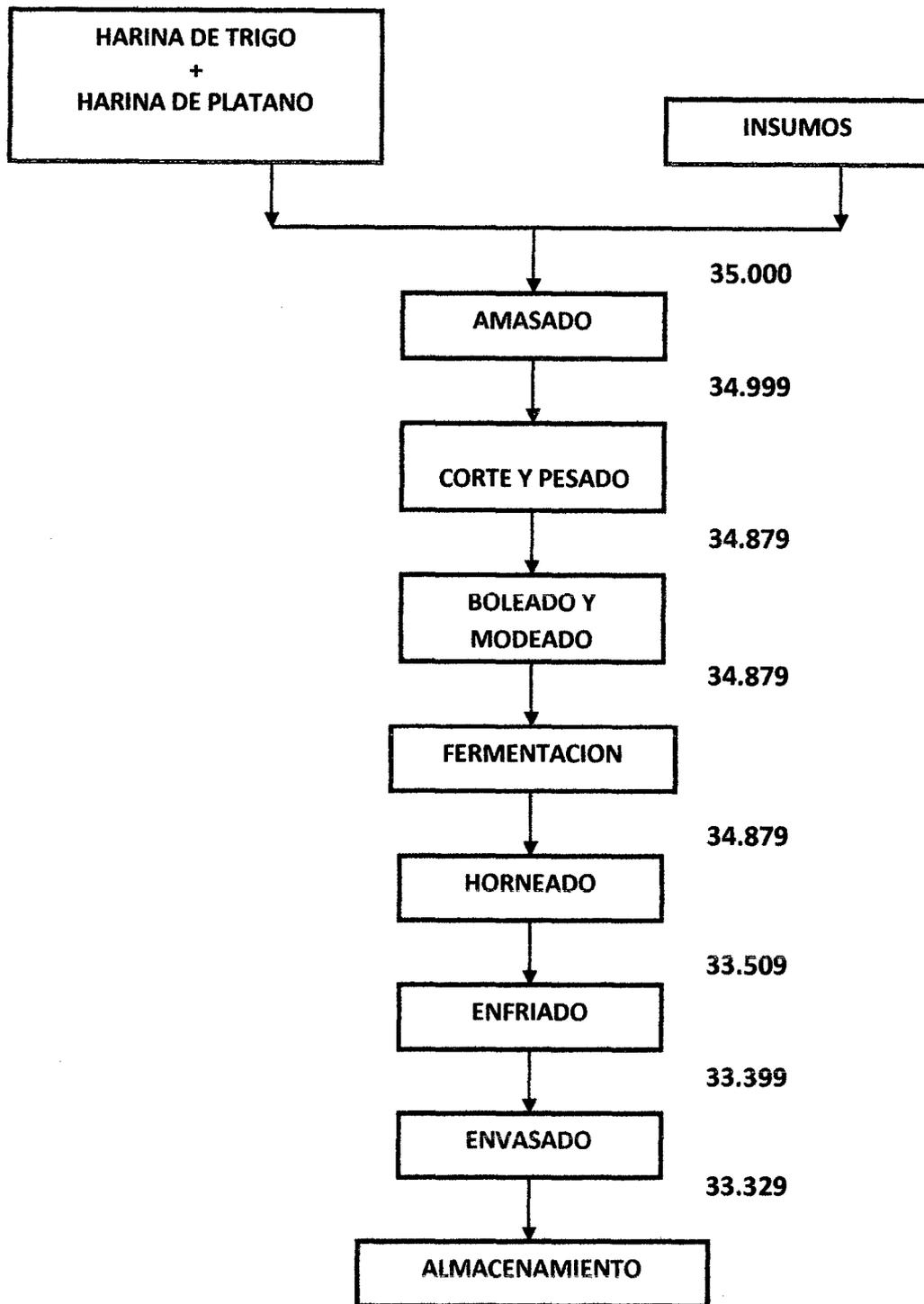


Fig 16: Balance de Materia del Proceso de Elaboración de Pan de molde con sustitución de harina de plátano y ácido ascórbico

ANEXO 5

DIAGRAMA DE OPERACIONES

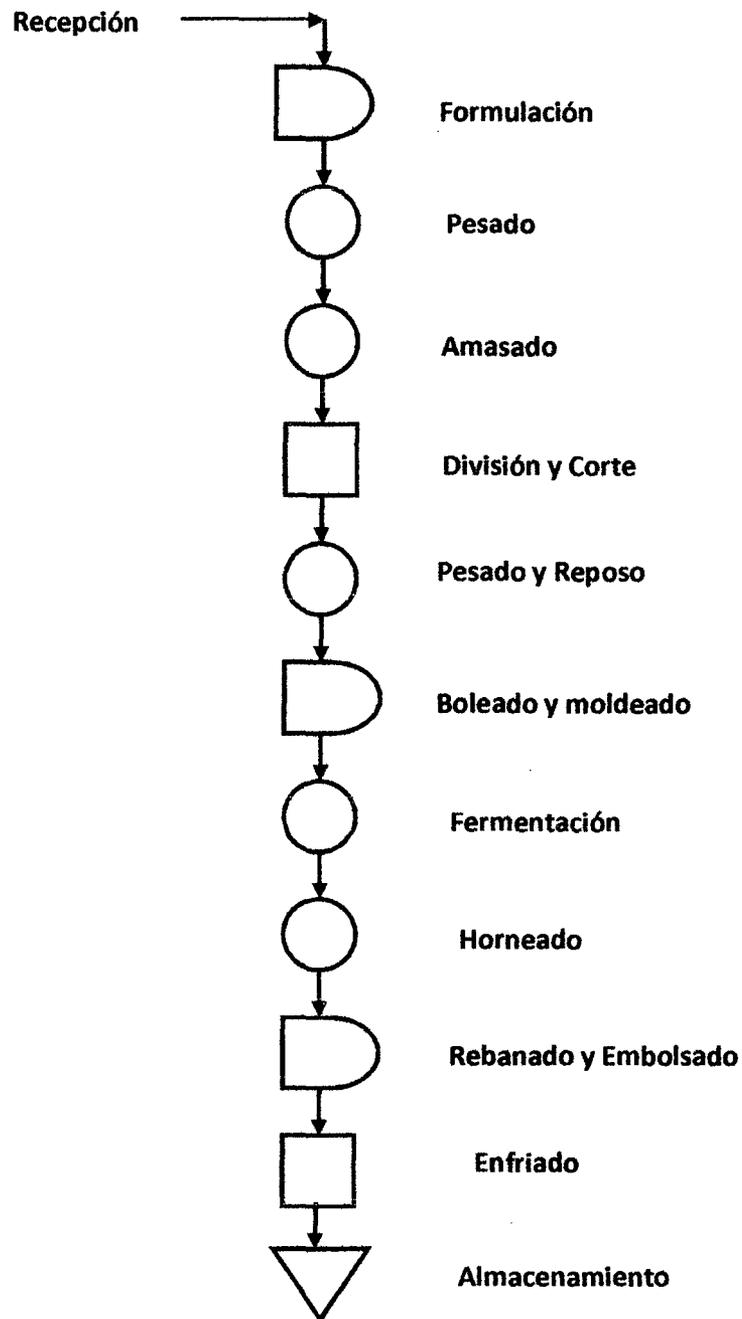


Fig.17: Diagrama de operaciones del Proceso de Elaboración de Pan de molde con sustitución de harina de plátano y ácido ascórbico

ANEXO 6

BALANCE DE ENERGIA

BALANCE DE ENERGIA DEL HORNO

El consumo de combustible (petróleo) se da sólo 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/hr.

Para los cálculos de balance de energía en la producción de pan de molde con harina de trigo y harina de plátano nos basamos en un día de producción en la Planta Piloto Agroindustrial para 6 repeticiones de 10 panes para cada batch (2 formulaciones por cada batch), cada batch con un tiempo de horneado de 45 minutos.

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

Datos de la planta:

- ✦ Tipo de combustible : Petróleo Diesel 2
- ✦ Calor de Combustión : 45500 KJ/ Kg (Tabla 3-203 B.I.Q)
- ✦ Consumo global en el horno : 1 galón / hora

Hallamos el consumo de combustible para 1 batch:

$$\begin{array}{lcl} 1 \text{ galón} & \longrightarrow & 60 \text{ minutos} \\ X & \longrightarrow & 45 \text{ minutos} \\ & & X = 0.75 \text{ gl.} \end{array}$$

Se sabe que:

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

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

Entonces:

$$\text{Masa} = 3.67 \frac{\text{Kg}}{\text{gl}} \times 0.75 \text{ gl} = 2.7525 \text{ Kg}$$

Hallando la producción de calor en 1.5 horas:

$$Q_c = 45500 * 2.7525 = 125238.75 \text{ KJ}$$

Por lo tanto el

calor que se

produce en el horno es:

$$Q_c = 125238.75 \text{ KJ} = 29912.649 \text{ Kcal}$$

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

2.REQUERIMIENTO DE CALOR POR LA MASA DEL PAN DE MOLDE (Q_p):

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

Datos:

- Cantidad de panes por bandeja = 5 c/bandeja
- Numero de Bandejas a trabajar = 2
- Numero de panes = 10 x 6 batch = 60 panes
- Masa del pan = 54 Kg
- $\Delta T = 140^\circ\text{C} - 27^\circ\text{C} = 113^\circ\text{C}$

➤ **Calculando la Capacidad Calorífica del Pan de molde (C_p):**

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

Tabla 29: Composición proximal del pan de molde

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

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

En la ecuación (1):

$$Q_p = (49.2\text{Kg}) * (0.5944\text{Kcal} / \text{Kg}^\circ\text{C}) * (113^\circ\text{C})$$

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

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

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

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

Datos:

$$\begin{aligned} m_{carrito} &= 20\text{Kg c/u} \times 6 \text{ batch} = 120 \text{ Kg} \\ C_{e_{acero}} &= 0.50 \text{ KJ/Kg}^\circ\text{C} = 0.1194225 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} \\ \Delta T &= 140^\circ\text{C (t}^\circ \text{ del horneado)} - 25^\circ\text{C (}^\circ\text{T inicial)} = 115^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$Q_{carrito} = (120\text{Kg})(0.1194225\text{Kcal/ Kg}^\circ\text{C})(115^\circ\text{C})$$

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

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

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

Datos:

$$\begin{aligned} \text{Número de bandejas} &= 2 \text{ unidades} \times 6 \text{ batch} = 12 \text{ bandejas} \\ \text{Peso de cada bandeja} &= 1.2 \text{ Kg} \\ m_{bandejas} &= 54 \text{ Kg} \\ C_{e_{aluminio}} &= 0.50 \text{ KJ/Kg}^\circ\text{C} = 0.1194225 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} \\ \Delta T &= 140^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C} = 115^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$Q_{carrito} = (12\text{Kg})(0.1194225\text{Kcal/ Kg}^\circ\text{C})(115^\circ\text{C})$$

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

Entonces:

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

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

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

4. PERDIDAS DE CALOR EN EL HORNO

4.1. Pérdida de calor por radiación (Q_r):

La ecuación de Stefan Boltzman el calor neto de absorción 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) = $6.79m^2$

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

σ : Constante de Stefan – Boltzmann ($W / M^2 \cdot ^\circ K^4$) = $5.668 \times 10^{-8} W / M^2 \cdot ^\circ K^4$

T_1 : Temperatura inicial de las placas ($^\circ K$) = $298^\circ K = 25^\circ C$

T_2 : Temperatura más alta luego de calentar las placas ($^\circ K$) = $413^\circ K = 140^\circ C$

Reemplazando en la ecuación (2):

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

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

$$Q_r = 273.754 Kcal / h \times 3.75 h$$

$$Q_r = 1026.578 Kcal$$

4.2. Pérdida 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:

$$Q_{cd} = \frac{T_1 - T_2}{2 \left(\frac{\Delta X A}{KA \times A1} \right) + \left(\frac{\Delta X B}{KB \times A2} \right) + \left(\frac{\Delta X C}{KC \times A3} \right)}$$

Donde:

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

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

$K_A; K_B; K_C$ = Conductividad térmica

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

Datos:

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

$T_2 = 50\text{ }^\circ\text{C} = 323\text{ }^\circ\text{K}$

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

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

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

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

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

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

La ecuación de transferencia de calor por convección es:

Donde:

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

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

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

T_w = Temperatura de las placas al ser calentadas ($^\circ\text{K}$)

T_b = Temperatura del aire exterior del horno ($^\circ\text{K}$)

Además:

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

Donde:

K = Conductividad térmica del aire (W/ m °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:

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

Donde:

δ = densidad del aire (Kg/m³)

g = Aceleración de la gravedad (m/s²)

β = Coeficiente volumétrico de expansión térmica (°C⁻¹)

ΔT = Variación de temperatura Pura (°C)

μ = Viscosidad del aire (Kg/ m.s)

Así como:

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

Donde:

T_g = Temperatura promedio (°C)

Y:

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

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

Datos de diseño interior del horno:

$$\begin{aligned}A &= 6.46 \text{ m}^2 \\T_w &= 130 \text{ }^\circ\text{C} = 403^\circ\text{K} \\T_b &= 27 \text{ }^\circ\text{C} = 298^\circ\text{K} \\L &= 1.75 \text{ m} \\T_g &= 78.5^\circ\text{C} = 350.5^\circ\text{K} \quad ((130+27)/2) \\ \beta &= 0.01274^\circ\text{C}^{-1}\end{aligned}$$

Además:

$$\begin{aligned}a &= 0.54 \\m &= 0.25 \\ \Delta T &= 103^\circ\text{C}\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}K &= 0.026748 \text{ W/m }^\circ\text{K} \\N_{Pr} &= 0.60247 \\ \delta &= 0.84193 \text{ Kg/m}^2 \\g &= 9.8 \text{ m/s}^2 \\ \mu &= 1.84039 \times 10^{-5} \text{ Kg / m.s}\end{aligned}$$

Reemplazando datos:

$$N_{Gr} = \frac{(1.75\text{m})^3 (0.84193\text{Kg/m}^2)^2 (9.8\text{m/seg}^2) (0.01274^\circ\text{C}^{-1}) (103^\circ\text{C})}{(1.84039 \times 10^{-5} \text{ Kg / m.s})^2} = 1.08338 \times 10^{11}$$

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

$$Q_{cov.int} = (4.73524 \text{ W / m}^2 \text{ }^\circ\text{K}) (6.46\text{m}^2) (403 - 298)^\circ\text{K} = 3150.73561 \text{ W}$$

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

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

Datos de diseño exterior del horno:

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

Además:

$$\begin{aligned}a &= 0.54 \\m &= 0.25 \\\Delta T &= 23^\circ\text{C}\end{aligned}$$

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

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

Reemplazando datos:

$$N_{Gr} = \frac{(1.93\text{m})^3 (1.136138\text{Kg/m}^3)^2 (9.8\text{m/seg}^2)(0.02597^\circ\text{C}^{-1})(23^\circ\text{C})}{(2.00416 \times 10^{-5} \text{Kg/m.s})^2} = 1.35237 \times 10^{11}$$

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

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

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

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

.....(8)

Reemplazando datos en (8) tenemos:

5. CALCULO DEL RENDIMIENTO

$$R = \frac{Q_n}{Q_c} \times 100 \quad \text{----- (9)}$$

$$Q_n = Q_T$$

Reemplazando en la ecuación (9); tenemos:

$$R = \frac{20508.201}{29918.285} \times 100$$

$$R = 60.55\%$$

ANEXO 7

COSTOS DE PRODUCCION

Número de unidades a elaborar: 60 panes

Tiempo de producción 3 días

1. Determinación de Costos Variables

Tabla 30: Costo de Materia Prima e Insumos

M. P e Insumos	Cantidad	Unidad	Costo Unit (S/.)	Costo (S/.)
Harina de Trigo	30	Kg	2.2	66
Plátano Verde	10	Kg	2	20
Levadura	0.6	Kg	12	7.2
Manteca	2.5	Kg	6	15
Emulsionante	0.25	Kg	14	3.5
Mejorador	0.25	Kg	19	4.75
Antimoho	0.1	Kg	14	1.4
Sal	0.5	paq.	0.8	0.4
Azucar	2	kg	2.8	5.6
Bolsa para pan	0.5	%	7	3.5
TOTAL				127.35

Total de Costos de Materias Primas: S/. 127.35

Tabla 31: Materiales Indirectos, mano de obra de producción y otros

Materiales Indirectos	Cantidad	Unidades	Costo Unit.	Costo
Combustible: Petróleo	5	galones	12	60.00
Energía Eléctrica	32.76	Kw-hr	0.33	10.65
Detergente	0.25	Kg	5	1.25
Agua	2	m3	0.637	1.27
Depreciación				0
SUB TOTAL				73.17

Mano Obra Producción	Cantidad	Costo /Kg	Kg Produc.	Costo
Responsables	2	0.5	25	25
SUB TOTAL				25

Otros	Cantidad	Unidades	Costo Unit	Costo
Transporte	2	viaje	5	10
SUB TOTAL				10

TOTAL				108.17
--------------	--	--	--	---------------

Total de Costos Variables (CVT): S/. 235.52

Luego:

- Costo Variable Total (CVT): S/.235.52
- N° de bolsas : 60
- *Costo Variable Unitario (CVU) = (235.52 / 60)*

$$CVU = S/. 3.9253 \times \text{bolsas}$$

2. Determinación de Costos Fijos

2.1 Por Depreciación de Equipos y Materiales

Tabla 32: Depreciación de Equipos y Materiales

Equipos y Materiales	Cantidad	Costo Unit (S/.)	Costo Total (S/.)	Vida Útil	Depreciación
Horno	1	43134.52	43134.52	10	11.82
Cámara Fermentación	1	14007.56	14007.56	10	3.84
Amasadora	1	10412.5	10412.5	5	5.71
Coche Max. 1000	6	3276.17	19657.02	10	5.39
Mesa Acero Inox.	2	3855.88	7711.76	10	2.11
Balanza (0 - 10 kg)	1	85	85	5	0.05
Balanza Dig. (0-1 Kg)	1	120	120	5	0.07
Jarra Plastico (2Lts)	2	4	8	3	0.01
Cortadora	2	2	4	3	0.00
Guardapolvos	3	30	90	2	0.12
Gorra y Mascarillas	3	2	6	0.5	0.03
Mantenimiento Equipos	4	50	200	0.08	6.85
SUB TOTAL					35.99

2.2 Por Depreciación de Infraestructura

- Valor del metro cuadrado de Área Techada = S/. 406. 70

- Área de Planta Piloto = 528.8 m²
- Valor de la Infraestructura = S/. 215062.96
- Vida Útil = 30 años
- Depreciación por Día de Trabajo = S/. 23. 89
- Área de Panificación = 8.935% (528.8) = 47.25m²
- Depreciación para Línea de Mermelada = S/. 2.14

2.3 Por Gastos Administrativos

En esta sección se considera el Pago al Director de la Planta, al Jefe de Control de Calidad, persona encargada al almacén, encargado de la comercialización, secretaria, encargado de la 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 Gatos

Tabla 33: Otros Gastos Administrativos

OTROS GASTOS	COSTO POR MES (S/)	COSTO POR DIA (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)

Tabla 34: Costo fijo Total

MOTIVO	COSTOS POR DIA DE PRODUCCION (S/.)
Depreciación de Equipos y Materiales	35.99
Depreciación de Infraestructura	2.14
Gastos Administrativos	18.14
Otros Gastos	9.8
TOTAL	66.06

3. Determinación del Costo Total de Producción (CTP)

$$CTP = CVT + CFT$$

$$CTP = 235.52 + 66.06$$

$$CTP = 301.58$$

4. Determinación del Costo de Producción por Unidad (CPU)

$$CPU = (CTP / n)$$

Donde: n = 60 bolsas

$$\rightarrow CPU = (301.58 / 60)$$

$$CPU = 5.026$$

5. Determinación de la Ganancia por Unidad

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

Dónde:

- PV : Precio de Venta = 7.00
- CPU : Costo de Producción por Unidad = 5.0263

$$\text{GPU} = 7.00 - 5.0263$$

$$\text{GPU} = 1.9737$$

6. Determinación del Punto de Equilibrio

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

Donde:

- CFT : Costo Fijo Total
- PV : Precio Venta
- CVU : Costo Variable Unitario

$$\text{PE} = 66.06 / (7.00 - 3.9253)$$

$$\text{PE} = 21.48 \text{ bolsas} \cong 22 \text{ bolsas}$$

7. Determinación de la Ganancia por Producción (G.P)

$$\text{GP} = (\text{Cantidad producida} - \text{Punto Equilibrio}) (\text{PV} - \text{CVU})$$

$$\text{GP} = (60 - 22) (7.00 - 3.9253)$$

$$\text{GP} = 116.838$$

- Para una producción de 60 unidades de Pan de Molde se obtiene una ganancia de S/. 116.838.

ANEXO 8
ANALISIS DE PELIGROS Y
DETERMINACION DE LOS PUNTOS
CRITICOS DE CONTROL

INSUMOS	PELIGRO	¿ES UN PELIGRO SIGNIFICATIVO?	JUSTIFICACION	CAUSA	MEDIDAS PREVENTIVAS
HARINA DE TRIGO	B: Presencia de bacterias tales como: Bacillus cereus y B.licheniforme en la harina.	SI	Los microorganismos indicados son capaces de resistir la temperatura del horneado de pan, pudiendo más tarde reproducirse cuando la temperatura desciende en el producto, causando daños al consumidor.	<ul style="list-style-type: none"> • Microbios que tienen la capacidad de esporularse, capaces de resistir la temperatura del horneado del pan. • Malas prácticas del proveedor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para evitar su germinación y crecimiento es esencial un control estricto de la temperatura y humedad durante el enfriado y almacenamiento. • Solicitar al proveedor certificación de calidad del producto.
	Q: Contaminación con sustancias químicas (insecticidas u otros).	NO	Es poco probable que suceda pues se han mejorado las Buenas Prácticas Agrícolas y los procedimientos de desinfección.	Puede ocurrir durante la cosecha, el transporte y almacenamiento de la harina con dichas sustancias químicas o por exceso de las mismas.	<ul style="list-style-type: none"> • Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Buenas Prácticas de Higiene (BPH). • Adquirir insumos de un proveedor garantizado.
HARINA DE PLATANO	F: Presencia de suciedad (impurezas de origen animal incluidos insectos muertos).	NO	Se ha incrementado los controles de calidad para los productos elaborados destinados al consumo humano, por lo que, este peligro es poco significativo.	Malas prácticas del proveedor.	<ul style="list-style-type: none"> • Buenas Prácticas de Higiene y Manufactura (BPH y BPM) y Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento. • Adquirir insumos de un proveedor garantizado. • Inspección del insumo antes de adquirirlo.

HARINA DE PLATANO	B: Presencia de Salmonella	SI	Los microorganismos pueden ser capaces de resistir a la temperatura de horneado del pan, pudiendo más tarde reproducirse cuando la temperatura descienda.	Malas prácticas del proveedor	<ul style="list-style-type: none"> • Para evitar su germinación y crecimiento es esencial un control estricto de la temperatura y humedad durante el enfriado y almacenamiento. • Solicitar al proveedor certificación de calidad del producto. • Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Buenas Prácticas de Higiene (BPH). • Adquirir insumos de un proveedor garantizado.
	Q: Contaminación con sustancias químicas (insecticidas u otros).	NO	Poco probable pues se han mejorado las Buenas Prácticas Agrícolas y los procedimientos de desinfección.	Puede ocurrir durante la cosecha, el transporte y almacenamiento de la harina con dichas sustancias químicas o por exceso de las mismas.	
LEVADURA	F: Presencia de suciedad (impurezas de origen animal incluidos insectos muertos).	NO	Se ha incrementado los controles de calidad para los productos elaborados destinados al consumo humano, por lo que, este peligro es poco significativo.	Malas prácticas del proveedor.	<ul style="list-style-type: none"> • Buenas Prácticas de Higiene y Manufactura (BPH y BPM) y Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento. • Adquirir insumos de un proveedor garantizado. Inspección del insumo

					antes de adquirirlo.
	B: Presencia de microorganismo patógenos y carga amilácea.	SI	La toxicidad puede ser muy elevada, provocando serias consecuencias a la salud del consumidor.	Malas condiciones de proceso y almacenamiento del proveedor.	<ul style="list-style-type: none"> • Adquirir insumos de un proveedor garantizado. • Inspección del insumo antes de ser adquirido. Solicitar al proveedor certificación de calidad del producto.
LEVADURA	Q: Exceso de humedad	NO	La levadura instantánea tarda hasta un año si se conserva en su empaque original cerrado al vacío. El exceso de humedad causa deterioro de la misma y por lo tanto del pan.	Malas condiciones de proceso y almacenamiento del proveedor.	<ul style="list-style-type: none"> • Adquirir insumos de un proveedor garantizado. • Inspección del insumo antes de ser adquirido. • Solicitar al proveedor certificación de calidad del producto.
AGUA	B: Presencia de bacterias Coliformes, E. coli	SI	Es un indicio de que el suministro de agua puede estar contaminado, lo que producirá serias consecuencias en la salud del público del consumidor.	<ul style="list-style-type: none"> • Aguas contaminadas con desechos en descomposición. • Falta de limpieza y desinfección del tanque de almacenamiento. 	Análisis microbiológico del agua antes de ser usada para asegurar la calidad.

AGUA	Q: Exceso de cloro libre residual	SI	Si hay exceso, puede resultar toxico para el consumo. Además, por ser una sustancia tan activa, puede reaccionar con distintos compuestos orgánicos, por lo que aumenta el riesgo de que se produzcan trihalometanos, que son compuestos cancerígenos.	Falta de conocimiento de los límites permisibles del CLR.	<ul style="list-style-type: none"> • Corrección y verificación de la dosis de cloro, para que estén dentro de los límites permisibles (1 ppm). • Mantener la cantidad de CLR dentro de los límites permisibles (0.1 mg/L a 0.3 mg/L).
AZUCAR	F: Presencia de residuos biológicos (hojas o basura e insectos). B: Presencia de	NO	A simple vista este tipo de peligro puede ser corregido, por lo que no es muy significativo.	Falta de limpieza, desinfección y verificación del tanque que suministra el agua.	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección regular de la fuente de agua. • Desinfección y limpieza del tanque de almacenamiento de agua.

	microorganismos (mohos, levaduras).	SI	<ul style="list-style-type: none"> Contaminación del producto. Fermentación del azúcar, apelmazamiento 	Malas prácticas del proveedor.	<ul style="list-style-type: none"> Adquirir insumos de un proveedor garantizado. Solicitar al proveedor certificación de calidad del producto.
	Q: Exceso de humedad	NO	La mala calidad del insumo puede alterar las características organolépticas del producto final, pero es poco probable que este riesgo suceda pues siempre se hacen los controles correspondientes a la calidad.	<ul style="list-style-type: none"> Mal proveedor. Elevada humedad en almacenamiento y transporte. Malas prácticas de manipulación. 	<ul style="list-style-type: none"> Adquirir insumos de un proveedor garantizado. Inspección del insumo antes de adquirirlo.
	F: Materiales y/o partículas extrañas	NO	A simple vista este tipo de peligro puede ser corregido, por lo que no es muy significativo.	Malas prácticas del proveedor.	<ul style="list-style-type: none"> Adquirir insumos de un proveedor garantizado. Inspección del insumo antes de adquirirlo. Evaluación sensorial.
	B: Presencia de microorganismo	SI	La manipulación defectuosa, malas condiciones higiénicas causan la presencia de microorganismos patógenos, los cuales traen consecuencias	<ul style="list-style-type: none"> El proveedor no cuenta con sistema de trabajo adecuado. 	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación y selección proveedores. Capacitación al proveedor. Evaluación físico organoléptica. BPM.

LECHE EVAPORADA			en la calidad y en la salud del consumidor.		
	Q: Características fuera de especificaciones técnicas.	NO	La mayoría de productos son seleccionados y verificados, por lo que no es un riesgo potencial.	<ul style="list-style-type: none"> • Adulteración por proveedor. • Falta de análisis de materia prima. • Falta de control. 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación y selección de proveedores. • Control de calidad de materia prima.
	F: Presencia de materias extrañas. Recepción de MP con menor volumen al declarado	NO	Los controles de calidad e inspección son cada vez mejores, por lo que no se considera un peligro potencial.	Contaminación del producto durante ordeño, manipuleo y transporte.	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación y selección de proveedores. • Evaluación sensorial. • BPM.

Tabla 35: Análisis de Peligros – Proceso

ETAPA	PELIGRO	¿ES UN PELIGRO SIGNIFICATIVO?	JUSTIFICACION	CAUSA	MEDIDA PREVENTIVA
RECEPCION	B: Presencia de microorganismos	SI	Los microorganismos pueden resistir afectando tanto a la calidad del producto final como a la salud del consumidor.	<ul style="list-style-type: none"> • Proveedor no cuenta con sistema de trabajo adecuado. • Falta de higiene durante el almacenamiento y manejo en el local del proveedor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Adquirir la materia prima de un proveedor garantizado. • Inspección de la materia prima antes de su procesamiento.
RECEPCION	<p>Q: Materia prima e insumos en mal estado, con residuos de pesticidas o sustancias tóxicas.</p> <p>Características organolépticas fuera de las especificaciones.</p>	NO	<p>La contaminación de la MP e insumos pueden causar alteraciones de las características organolépticas, características funcionales y sensoriales del producto final.</p> <p>Contar con los pesos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mala adquisición de la administración. • Proveedor inadecuado. • Malas condiciones de almacenamiento del proveedor. • Falta de especificación técnica, falta de análisis y ensayo de materias 	<ul style="list-style-type: none"> • Adquirir materia prima de un proveedor garantizado. • Inspección de la MP e insumos antes de su utilización. • Adquirir materia prima de un proveedor garantizado. • Adquirir la materia prima de un proveedor

	F: Menor peso al correspondiente	NO	adecuados es de suma importancia pues permite el mejor rendimiento del producto final, es poco probable que suceda pues siempre se debe verificar estas variables.	primas. Falta de control de peso por proveedores.	garantizado. • Inspección del peso al momento de su compra.
PESADO	F: Falta de peso Presencia de materiales o partículas extrañas.	NO	Contar con los pesos adecuados es de suma importancia pues permite el mejor rendimiento del producto final, es poco probable que suceda pues siempre se verifica estas variables.	<ul style="list-style-type: none"> • Personal no conoce el manejo de la balanza. • Falta de control del peso por proveedores. • Malas prácticas de higiene y manejo del producto por parte del personal que realiza la operación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar al personal en el manejo de la balanza. • Inspeccionar el peso al momento de la compra. • Capacitar al personal en prácticas de higiene y manejo de la materia prima.

PESADO	Q: Exceso de calor en la masa	NO	El exceso de calor en la masa daña la formación del punto gluten o liga, de esta manera no se llega al crecimiento de la misma. Actualmente se controla este peligro con el uso de sensores o de insumos fríos.	Excesiva velocidad durante el amasado o por no usar insumos fríos, en este caso el agua.	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener la masa a una temperatura no mayor a 24 °C. • Capacitar al personal en amasado. • Capacitar al personal de higiene y procesos de panificación.
	F: <ul style="list-style-type: none"> • Restos del anterior Batch. • Condiciones higiénicas inadecuadas de la amasadora. • Contaminación de la MP e insumos con materiales extraños. 	NO	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación del producto. • Supervivencia de microorganismos. • Contaminación de la fruta picada. Incrementa la flora microbiana.	<ul style="list-style-type: none"> • Mala distribución de los equipos. • Malas prácticas de higiene y manejo de la MP e insumos. • Falta de lavado y desinfección de los equipos. • Descuido del personal. • Exceso manejo 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar la limpieza y sanitización de los equipos en forma correcta. • Verificar que se cumplan los tiempos y temperaturas establecidas para esta etapa. • Capacitar al personal en prácticas de higiene y manejo de los equipos. • Capacitar al personal en el manejo de la balanza. • Capacitar al personal en prácticas de higiene

	F: Falta de peso	NO	Contar con los pesos adecuados es de suma importancia pues permite el mejor rendimiento del producto final, es poco probable que suceda pues siempre se verifica estas variables.	<ul style="list-style-type: none"> • Personal no conoce el manejo de la balanza o mala calibración. • Malas prácticas de higiene y manejo por el personal que realiza la operación. 	y manejo de la materia prima.
FERMENTACION	Q: Temperatura de fermentación mayor a 30°C y exceso de levadura.	SI	Produce una desproporción en la fermentación de la masa, fermentando más en la parte externa que en la interna, lo que provocara que la corteza se cuartee y se desprenda gas.	<ul style="list-style-type: none"> • Mal uso o poco conocimiento de las técnicas fermentación controlada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar al personal en prácticas de manufactura y en técnicas de fermentación controlada.
	F: Presencia de residuos del Batch anterior en los moldes	NO	Se encuentran a veces residuos de los moldes anteriores, es poco probable pues constantemente se verifican los utensilios y materiales a usar.	<ul style="list-style-type: none"> • Malas prácticas de higiene del personal, recipientes y utensilios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Instruir al personal en las buenas prácticas de fabricación, y en las buenas prácticas de higiene y sanidad, evitando así desviaciones y que se genere contaminación

					por negligencia del personal.
HORNEADO	B: Supervivencia de microorganismos fúngicos (Penicillium expansum o Aspergillus Niger) y no fúngicos (Bacillus subtilis y B. licheniformis).	SI	La temperatura en el interior de la masa no es la misma que la externa, por lo que solo mata a las formas vegetativas. Las formas de resistencia, surgen cuando las condiciones de temperatura han vuelto a la normalidad, por lo que generalmente, a las 24 – 36 horas.	<ul style="list-style-type: none"> • Malas prácticas de manufactura. • Falta de temperatura de cocción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Añadir componentes que disminuyen esta alteración, como el propionato cálcico al 0.2%, un método bastante eficaz. A veces, se le echan ácidos (acético, tartárico, cítrico, láctico...) para disminuir el pH del pan, pero a veces interfiere en la fermentación de las levaduras.
	F: Exceso de temperatura de cocción.	NO	Al exagerar el calor en el horno se produce la cocción solo de la parte externa, y no de la interior, produciendo que el pan se queme durante el tiempo de cocción.	<ul style="list-style-type: none"> • Malas prácticas de manufactura. • Falta de capacitación del personal sobre el uso de calor y del horno. 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación al personal en prácticas de manufactura.
ENFRIADO	B: Contaminación con microorganismos del ambiente	NO	En el ambiente se encuentran diferentes tipos de microorganismos podrían afectar la calidad del producto,	<ul style="list-style-type: none"> • Descuido del personal. • Ambiente de enfriamiento con poca seguridad y sin las condiciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Control de la indumentaria del personal (mandil, tapa, boca, gorras, botas). • Capacitación al personal en prácticas de

			se recomienda contar con ambientes adecuados.	necesarias.	producción. • Mantener la limpieza del ambiente de enfriamiento.
	F: Contaminación con materiales extraños.	NO	Al momento de enfriar de los techos pueden caer diferentes partículas o residuos lo que podría dañar la presentación del producto final.	<ul style="list-style-type: none"> • Malas prácticas de manejo de recipientes y utensilios. • Falta de higiene en la zona de enfriamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar al personal en el manejo adecuado de recipientes y manipulación del pan de molde envasado. • Limpieza y saneamiento del personal y zona de trabajo.
ALMACENAMIENTO	B: Desarrollo de microorganismos por exceso de tiempo de almacenamiento.	SI	Al transcurrir el tiempo de almacenamiento, se hace más notorio el deterioro del producto lo que afecta la calidad del mismo.	<ul style="list-style-type: none"> • Malas condiciones de almacenamiento. • Exceso de tiempo de almacenamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener el almacén ventilado, ordenado y seco. • Limpieza y desinfección del almacén y de los ambientes de trabajo.
	Q: Alteración de las características organolépticas	NO	Cuando no hay un buen almacenamiento del producto se producen diferentes	<ul style="list-style-type: none"> • Faltan separaciones de áreas para diversos tipos de productos. • Falta de 	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar las condiciones de almacenamiento. • Ejecutar una adecuada distribución de áreas

			tipos de reacciones en el interior del pan, lo que altera las características organolépticas del mismo.	verificación del sellado y embolsado, así como del área de almacenamiento.	para los diversos tipos de productos.
	F: Inadecuada rotación de productos y rompimiento de productos.	NO	Utilizar productos con fecha de vencimiento cumplida produce pérdida económica. Contar con un registro de los ingresos de los productos.	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de procedimiento de trabajo. • Sobrepasar el límite de apilamiento de los paquetes. 	<ul style="list-style-type: none"> • No exceder el número de paquetes determinado por apilar (5 paquetes). • Implementar una adecuada rotación de productos por codificación y cotización. • Aplicar PEPS.

ANEXO 9
FICHA DE EVALUACION
SENSORIAL

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Fecha :

Sexo: **Masculino**

Edad:

Femenino

Deguste cuidadosamente las muestras que se le entrega. Señale la intensidad del sabor, color y textura de acuerdo a la escala adjunta.

1. Me agrada completamente
2. Me agrada
3. Ni me gusta / ni me disgusta
4. Me desagrada
5. Me desagrada completamente.

Tabla 36: ficha de evaluación de análisis sensorial

Muestra	Olor	Sabor	Textura

Fig.18: Degustación



“Año de la Promoción de la Industria Responsable y del
Compromiso Climático”



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

OFICINA CENTRAL DE INVESTIGACION

“CATALOGO DE TRABAJOS DE INVESTIGACION Y TESIS ASAMBLEA
NACIONAL DE RECTORES”

Resolución N° 1562-2006-ANR

RESUMEN DE TRABAJOS DE INVESTIGACION Y TESIS

I. DATOS GENERALES (PRE GRADO)

Universidad: Universidad Nacional del Santa

Facultad: Ingeniería

Escuela o Carrera Profesional: Ingeniería Agroindustrial

Título Profesional: Ingeniero Agroindustrial

Denominación del Trabajo de Investigación: “EFECTO DE LA ADICION DE ACIDO ASCORBICO Y HARINA DE PLATANO (Musa Paradisiaca) EN LAS CARACTERISTICAS TECNOLOGICAS DE UN PAN DE MOLDE FUNCIONAL”.

Área de Investigación: Innovación-desarrollo de nuevos productos.

Autor:

Bach. Alonso Rossel Sheyla Margarita

Bach. Montero Nuñez Susan Evelyn

DNI: 43482800

Año de aprobación de la sustentación: 2014

I) PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA:

¿Cuál es el efecto del ácido ascórbico sobre las propiedades tecnológicas del pan de molde enriquecido con harina de plátano (*Musa paradisiaca*)?

II) OBJETIVOS:

Objetivo General:

- Estudiar la influencia del Ácido Ascórbico en la calidad del pan de molde con sustitución parcial de harina de plátano (*Musa paradisiaca*)

Objetivos Específicos:

- Evaluar la calidad organoléptica y nutritiva del pan de molde con sustitución parcial de harina de plátano (*Musa paradisiaca*)
- Determinar la mejor formulación de las mezclas de harina de trigo, harina de plátano (*Musa paradisiaca*) y la adición de Ácido Ascórbico en la elaboración de pan de molde, en función de sus características físico-químicas, Reológicas y nutricionales.

III) HIPOTESIS:

“El ácido ascórbico usado en la elaboración de pan de molde mejora las propiedades tecnológicas, reforzando las propiedades mecánicas del gluten; obteniendo un pan con mayor volumen y una miga más uniforme.”

IV) ASPECTO METODOLOGICO:

- **Caracterización de las materias primas.**

Caracterización de la harina de trigo.:

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

Composición porcentual.

Las determinaciones de la humedad, proteína y cenizas de la harina fueron realizadas por los métodos N° 44-15A 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 carbohidrato.

Falling Number.

La actividad diastásica de las harinas se analizó por el equipo de "Falling Number ", según el método N ° 56-81 de la AACC (1995).

Alveograma.

La tenacidad y extensibilidad de la masa se determinaron en el Alveo-consistograma, de acuerdo con el método N ° 54-30A de la AACC.

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).

Caracterización de la harina de plátano.

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

Composición porcentual.

Las determinaciones de la humedad, proteína y cenizas de la harina fueron realizadas por los métodos N° 44-15A de la AACC(1995), N° 920.87 de la AOAC(1980) y 920.03 de la AOAC(1980). El contenido de grasa fue determinado según el método 920.39C de la AOAC(1997). Los carbohidratos totales se determinarán por diferencia (100%- de los otros componentes). Las pruebas fueron analizadas por triplicado, excepto la determinación de proteína y grasa.

V) BREVE REFERENCIA AL MARCO TEORICO:

• Harina de Trigo

Según la **Norma Técnica Peruana 205.045: 1986 - INDECOPI**, por harina de trigo se entiende al producto elaborado con granos de trigo común, *Triticum aestivum* L., o trigo ramificado, *Triticum compactum* Host., o combinaciones de ellos por medio de procedimientos de trituración o molienda en los que se separa parte del salvado y del germen, y el resto se muele hasta darle un grado adecuado de finura. Esta norma establece los requisitos y condiciones que debe cumplir la harina de trigo para consumo doméstico y uso industrial, entre ellos establece que la humedad no debe ser mayor de 15.5% y que debe estar exenta de sabores y olores extraños. (Quaglia, 1991).

A través de las fases de la molienda del trigo se obtienen una serie de productos de características químicas diversas: harina, harinilla, residuos de harina, salvado, salvado fino y desecho de molienda.

Considerando que la cariósida está formada de las siguientes partes: 12% salvado, 85% del endospermo y 2.5% de germen, la molienda consiste en

separar el 85% de albumen de la otra parte transformándolo, por consiguiente, en harina. En teoría es posible alcanzar el 85% de harinas de 100 partes de trigo, pero en la práctica, el rendimiento es siempre inferior y se aproxima al 85% tanto más cuanto más intenso sea el proceso de molienda. (Quaglia, 1991).

- **Harina de plátano:**

La harina de plátano verde ha demostrado excelentes resultados para las personas que desean perder peso. Después de algunos estudios, los expertos han descubierto que el plátano verde es más rico en fibra que la versión madura del plátano. Así surgió la idea e aprovechar estos beneficios convirtiendo los plátanos verdes en harina para ayudar en la pérdida de peso.

La harina de plátano verde es rica en almidón resistente, un tipo de carbohidrato que tiene propiedades que actúan en el cuerpo y que son similares a las fibras. El almidón de plátano verde retrasa la digestión de los alimentos, ayudando a satisfacer el hambre. El almidón alcanza el intestino siendo digerido por las bacterias de nuestra flora bacteriana intestinal normal. El intestino así absorbe más fácilmente el calcio, magnesio y zinc, minerales que aceleran el metabolismo del cuerpo.

La harina de plátano verde puede traer beneficios que protegen al cuerpo contra las enfermedades del intestino, evitando el aumento de azúcar en la sangre y ayudando a perder peso. También es rica en vitaminas del complejo B, vitamina C, que tiene propiedades antioxidantes de gran alcance, y vitamina A, importante para la salud de la piel.

(<http://nutrirvivir.blogspot.com/2011/12/la-harina-de-platano-verde.html>)

Beneficios de la harina de plátano verde:

- Ayuda a perder peso;

- Disminuye la absorción de la glucosa mejorando el tratamiento de la diabetes;
- Mejora el estreñimiento;
- Promueve la saciedad y disminuye el hambre;
- Previene los calambres musculares y acelera el metabolismo;
- Previene las enfermedades del corazón;
- Acelera el metabolismo;

VI) CONCLUSIONES:

- La composición química en la materia prima, da como resultado, para la Harina de Trigo 13.65 %humedad, proteína 11.37 %, grasa 1.66%. Cenizas 0.47%, Carbohidratos 72.85; para la harina de plátano 15.02 %humedad, proteína 2.93%, grasa 2.53%. Cenizas 1.96%, fibra 1.46%; Carbohidratos 75.92.
- Las propiedades reológicas de la Harina de Trigo indica una actividad una actividad enzimática débil (444 s) con exceso de tenacidad (108mm) y fuerza (307* 10E-4 J), con buen índice de gluten (97) lo que demuestra que es una harina de buena calidad para la elaboración de pan de molde.
- El costo de producción para un día de producción de Pan de Molde con adición de harina de plátano y ácido ascórbico (60panes de 650gr c/u) en la Planta Piloto Agroindustrial, fue de S/. S/. 301.58 nuevos soles teniendo como costo unitario S/. 5.026 nuevos soles.
- Los puntos críticos de control del proceso de Elaboración de Pan de Molde con adición de harina de plátano y ácido ascórbico fueron en la etapa de fermentación y horneado.

VII) REVERENCIA BIBLIOGRAFICA:

- a. AGUIRRE, E. y RODRIGUÉZ, G., 1997, “Industria de cereales Y Panificación”, Universidad Nacional del Santa. Departamento Académico de Agroindustria, Única Edición, Chimbote – Perú.
- b. BATISTA, C. 2007, “Efecto de la adición de xilanasa, glucosa oxidasa y ácido ascórbico en la calidad de pan de molde elaborado con harina de trigo de grano entero”. Tesis para optar la Maestría en Tecnología de los Alimentos”, Facultad de Ingeniería de los Alimentos, Universidad Estatal de Campinas, Campinas–Brasil.
- c. BILBAO, C., 2007, “Revista PANERA: Forma e Informa”, Año 1. Nº 5. Lima – Perú. Pg. 24 – 26.
- d. CALAVERAS, J., 2004, “Nuevo Tratado de Panificación y Bollería2. 2da Edición. AMV Ediciones. Madrid – España.
- e. CALVO, A.; ITURRIZAGA, S.; NYSTOM, J. y SALAS, R., 2001, “Fideos Imperial enriquecidos con Kiwicha”, Trabajo de Investigación para Seminario de Agro Negocios, Facultad de Administración y Contabilidad. Universidad del Pacífico. Lima- Perú.
- f. CAUVAIN, P. y YOUNG, S., 2002, “Fabricación de pan”, Editorial Acribia. Zaragoza – España.
- g. CASAVARDE, J., 2003, Producción y Control de Calidad de Galletas fortificadas y enriquecidas, Informe de tesis para optar el Grado de Bachiller en Ingeniería Agroindustrial. Universidad Nacional del Santa. Chimbote –Perú.
- h. ESCUDERO, E. y GONZÁLEZ, P. 2006. “Artículo Científico: La fibra dietética”. Suplemento 2. Unidad de Dietética y Nutrición. Hospital La Fuenfría. Madrid – España.
- i. FLORES, D., 1994, “Elaboración de panes con proteína texturizada de pejerrey (*Basilichthys banariensis*), Tesis para optar el título de Ingeniero Pesquero, Facultad de Oceanografía Pesquera y Ciencia Alimentaria, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima – Perú.
- j. GUJRAL, H., “Efecto de harina de cebada, gluten húmedo y ácido ascórbico en la textura de la miga del pan”. Food Science and Technology International, V.9, n. 17.

- k. GÓMEZ, L., 2009, “Revista PANADERÍA Y PASTELERÍA PERUANA”, Año 19. N° 131. Lima – Perú. Pg. 14 – 15.
- l. GÓMEZ, L. e IBÁÑEZ, M., 2009, “Revista PANADERÍA Y PASTELERÍA PERUANA”, Año 19. N° 133. Lima – Perú. Pg. 7 – 9.
- m. INDECOPI. (2009). Normas Técnicas Peruanas.
- n. LOPEZ, E., 2006, “Efecto de la adición de Fibra Alimentaria sobre la calidad del pan pre–horneado congelado”, Tesis para optar el título de Maestría en Tecnología de los Alimentos”, Facultad de Ingeniería de los Alimentos, Universidad Estatal de Campinas, Campinas–Brasil.
- o. LÓPEZ, X.; BUGÜEÑO, C.; JERIA, R. y SARTORI, P. 2007. “Harinas Funcionales”. Trabajo de Investigación para Granotec Chile S. A. Chile.
- p. MÁRQUEZ, A. y Román, A., 2006, “Elaboración de un producto de panificación con harina de cebada a través de sus propiedades físicas y Reológicas”, Trabajo de Investigación Científica. Centro de Investigaciones Químicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo–México.
- q. NAVICKIS, L.; NELSEN, T., 1992, “Mixing and extensional properties of wheat flour doughs with added corn flour, fibers, and gluten”. Cereal Foods World.
- r. QUAGLIA, G., 1991, “Ciencia y Tecnología de la panificación”, 2da Edición, Editorial Acribia. España.
- s. RIBOTTA, P.; Morcillo, M. y León, A. 1999. “Efecto de distintos oxidantes sobre la calidad de panes elaborados por el método tradicional argentino”. Trabajo de Investigación. Química Biológica. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.