Determinación de los Cambios Organolépticos y la Disminución de Aditivos empleando Masa Madre en la Formulación de Pan Artesanal Campestre

María Belén Reyes Rentería [1]; Ing. Patricio Cáceres Costales[2]
Ingeniera en Alimentos [1]; Ingeniero en Alimentos, Profesor[2]
e-mail: bely_1402@hotmail.com[1] ; pcaceres@espol.edu.ec [2]
Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción
Escuela Superior Politécnica del Litoral
Campus "Gustavo Galindo"
Km 30.5 Vía Perimetral
Telf.: 593.4.2269151
Guayaquil-Ecuador

Resumen

El éxito en la elaboración de pan radica en la adecuada manipulación de las fermentaciones, a fin de controlar o resaltar los sabores y aromas característicos del pan. Desde la aparición de la levadura industrial, este concepto ha sido relegado; el desarrollo de aditivos como mejoradores y acondicionadores de masa simplifican el proceso de elaboración, mejorando la apariencia del producto pero a la vez merma el aroma y sabor que identifican al pan tradicional.

El objetivo de esta tesis es evaluar la utilización de la masa madre en el proceso de panificación según diseño de experimentos y evaluación sensorial con panelistas no entrenados, determinando si hay diferencia significativa entre el Pan Campestre con masa madre y Pan Campestre con mix de mejorador.

Se detalla la formulación de Masa Madre y Pan Campestre basado en Masa Madre, desarrollando el producto y aplicando diseño experimental mediante pruebas sensoriales Hedónica y Triangular a panelistas no entrenados evaluando los datos según estudio de análisis de varianza y Ji-cuadrada para determinar similitudes o diferencias significativas de los productos. Se realiza esquematización del proceso de elaboración con los diagramas de flujo y equipos utilizados respectivamente, y costos de producción.

Finalmente, se describe las conclusiones según análisis de los resultados estadísticos de la investigación realizada.

Palabras Claves: *Pan Campestre con Masa Madre, Pruebas Sensoriales Hedónica y Triangular, y, Análisis de Varianza y Ji-Cuadrada.*

Abstract

Success in making bread is in the proper handling of fermentation, in order to control or enhance the flavors and aromas of bread. Since the advent of industrial yeast this concept has been relegated; the development of additives such as dough conditioners breeders simplify the process, improving the appearance of the product but also decreasing the aroma and flavor that identify the traditional bread.

The objective of this thesis is to evaluate the use of sourdough bread in the backing process according to some experiments and sensory evaluation with untrained panelists, determine if there is a significant difference between the Campestre bread with sourdough and Campestre bread to enhance.

This study detailed the formulation of sourdough and bread with sourdough based on developing the product and will be evaluated applying an experimental design using hedonic and Triangular sensory evaluation with untrained panelists the data according to the study of variance and chi-square analysis to determine similarities or significant differences between the product. It is included process flow charts, lay out of the equipments used and producties costs.

Finally, is described the findings as statistical analysis of the results of the investigation.

Keywords: *Campestre bread, Hedonic and Triangular sensory evaluation, Variance and chi-square analysis.*

1. Introducción

El objetivo principal de esta investigación es evaluar la utilización de la masa madre o masa pre fermentada en el proceso de panificación artesanal mediante diseño de experimentos y evaluación sensorial en panelistas no entrenados determinando la aceptación del producto según sus características organolépticas y sensoriales, para que la elaboración de panes y productos de panadería se realicen con menor contenido de aditivos o mix de mejorador.

El desarrollo de nuevos productos químicos como aditivos y mejoradores en el proceso de panificación ha relegado técnicas artesanales de fermentación que adicionan al producto características organolépticas y sensoriales potenciadas, por ello el diseño de experimentos se basa en el análisis mediante herramientas estadísticas de degustaciones a consumidores, evaluando el escalado del proceso guiado hacia una planta semi industrial.

2. Capitulo 1.- Fundamentación Teórica

2.1 Panificación

El pan es un alimento básico que forma parte de la dieta tradicional. El cereal más utilizado para la elaboración del pan es la harina de trigo. Existen muchos tipos de pan que pueden contener otros ingredientes, como grasas de diferentes tipos, huevos, azúcar, especias, frutas, frutas secas.

2.2 Panificación en el Ecuador

El pan industrial (de molde); es demandado en los países industrializados y/o grandes ciudades del mundo y consumido por los sectores sociales de ingresos altos y medio alto, en tanto el pan tradicional es consumido por sectores medios y de bajos ingresos. Cabe indicar que el consumo anual ecuatoriano de pan tradicional se estima en 70 kg por habitante, mientras que el industrializado promedio un 3.5 kg por habitante. La elaboración de este producto (pan tradicional), demanda entre el 55% y el 90% de consumo interno de harina de trigo para los distintos productos de panificación. El agua puede llegar a representar entre el 20% y 30% del producto final y la materia grasa de origen animal y vegetal de 0,1% a 4,5%.

2.3 Materias Primas Utilizadas en la Elaboración del Pan

Harina de Trigo

La harina de trigo es el producto obtenido de la maduración del grano de trigo, limpiado e industrialmente puro.

Tabla 1. Composición Harina de Trigo

Composición	Porcentaje	
Almidón	68 a 72 %	glúcidos
Agua	< del 16 %	
Gluten	8 a 12 %	prótidos
Azúcares	1 a 2 %	glúcidos
Materias grasas	1,2 a 1,4 %	Lípidos
Minerales	0,5 a 0,6 %	
Vitaminas	B, PP, E	

El Agua

Función del agua en la elaboración del pan:

- La misión del agua es suavizar el gluten y hacer que se hinche el almidón.
- El agua ayuda también a la disolución de la sal y de la levadura.
- Asimismo, permite la caracterización de los glúcidos y participa en la formación de la corteza de pan.

Sal

Función de la sal en la elaboración de pan:

- Fortalece el gluten
- Aumenta la absorción del agua.
- Frena la actividad de la levadura.
- Inhibe la acción de las bacterias ácidas.
- Produce la corteza más fina y crujiente.
- Da gusto y sabor al pan.

Levadura

Durante el periodo de tiempo en que se desarrolla la fermentación tiene lugar a cuatro funciones importantes en la masa:

- Desprendimiento de anhídrido carbónico (CO_2).
- Ocasiona la producción de otros compuestos resultantes de estas reacciones: ácido acético, butírico y láctico (influencia sobre el sabor y aroma del pan).
- Producción de sustancias que colaboran en la modificación de las estructuras de las proteínas de la harina (gluten), de forma que las paredes celulares están capacitadas para retener el anhídrido carbónico producido.
- Desempeña una importante función relativa a la consistencia de la masa.

2.4 Tipos de Harina según su Fuerza

Harinas de fuerza.

Las harinas para pan provienen de trigos que contienen como mínimo 12% o 13% de proteína. La harina con esta característica es utilizada frecuentemente en la industria panadera, adicionándole mejoradores para fortalecer la estructura de la miga y mantener la humedad del producto.

Harinas flojas

Son las harinas de bajo contenido de proteína de 8 o 9%. Se emplea para aquellas masas como bizcochuelos. Para la utilización de este tipo de harina en la industria panadera se emplea una mezcla previa reposada por un lapso de tiempo que ayuda a la elaboración de gas carbónico dándole la fuerza que originalmente no tiene y el volumen esperado al pan.

2.5 Masa Madre en Panificación Artesanal

Masa madre como base en Proceso de Panificación.

Es un cultivo de levaduras adicionadas o presentes de manera natural en alimentos, en especial levaduras como la *Saccharomyces cerevisiae.* Las bacterias de la masa madre son relativamente resistentes a las bajas temperaturas por eso se pueden almacenar "vivas" alimentándolas con harina y agua; o bien en estado pasivo, adormecidas a bajas temperaturas.

Obtención

Se adiciona un mínimo porcentaje de levadura prensada junto con harina, agua y sal, creando un cultivo que impida el crecimiento de bacterias malignas en la masa harinosa. Este cultivo necesita 3 elementos básicos:

- Alimento (harina)
- Humedad
- Temperatura adecuada (30 a 32ºC).

Un exceso o falta de alguno de ellos puede resultar en la muerte de los microorganismos que componen la masa madre. Aumentos o descensos de temperatura influyen en la cantidad de alimento necesario. En condiciones normales las bacterias duplican su número cada 2 horas aproximadamente.

Del porcentaje total de la masa se pesa un determinado porcentaje de cada insumo utilizado para la elaboración de masa madre, mezclando el 20% de harina, 19,3% de agua, 3% de levadura y 0,4% de sal. A lo largo de 10 a 15 horas de fermentación habrá un aumento considerable de volumen y crea una apariencia de agujeros por la acidificación y gasificación de la masa.

Maduración y Punto Óptimo

Maduración

Los factores que determinan la velocidad de fermentación son la cantidad de pie de masa y de levadura, y fundamentalmente la temperatura donde se deje fermentar. Lo más conveniente es ponerla un recipiente, bien cubierta con una lámina de plástico para que no se reseque la superficie, y mantenerla a temperatura ambiente 32ºC.

Punto óptimo de maduración

Como toda masa fermentada, llegará al punto de máximo desarrollo, a partir del cual sus propiedades se irán deteriorando, aunque este fenómeno será tanto más lento cuanto menor sea la temperatura de conservación. Debe utilizarse cuando haya triplicado su volumen. El pHmetro, será el medio de apreciar la correcta acidificación de la madre.

Efectos del Exceso de Acidez de la Masa Madre.

Las masas quedan excesivamente tenaces y a veces pierden capacidad de retención. Como consecuencia, se dificulta el desarrollo en la fermentación y en el horno. Obteniendo panes de menor volumen, que llegan a reventar por los costados, de corteza fácilmente descascarillable, con frecuentes huecos en la miga. Una acidez excesiva y deteriora el aroma y sabor.

Uso y Ventajas de la Masa Madre en Panificación

Proporciona unos productos finales con mejores propiedades organolépticas. La cantidad a añadir dependerá del tipo de harina utilizada, así como de otros factores del proceso: tiempo de fermentación final del pan, tipo de aditivos empleados, intensidad de aroma deseada en los productos. Según los casos, oscilará entre un 5 y un 20%. Cuando se trabaja con harinas flojas, de W 110, conviene adicionar un 20% de una masa bien madurada. Si la harina es de 140 de W, puede bajarse al 15 o incluso al 10%.

Ventajas.-

- Aumenta la fuerza de la masa.
- Mejora las características de la corteza.
- Mejora el sabor del producto.
- Mejora la conservación del producto.
- Mejora la Miga.

2.6 Proceso de Elaboración de Pan Artesanal Campestre con Masa Madre

Tabla II. Formulación para Elaboración de Masa Madre

	Fórmula Total	**Fórmula Masa Madre**
Materia Prima	**%**	**%**
Harina	100%	20%
Agua	58%	19,3%
Levadura	2,5%	3%
Sal	2,2%	0,40%
Grasa vegetal	4%	0%

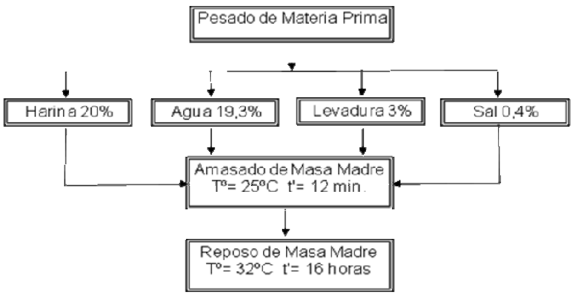


Figura I.
Diagrama de Flujo para Elaboración de Masa Madre

Pesado

Se pesa la cantidad faltante de materia prima de la fórmula total de pan Campestre.

Amasado

Se coloca en la amasadora todos los ingredientes incorporando como último la sal y masa madre, amasar por 17 minutos a temperatura ambiente y a velocidad media. El objetivo del amasado es el desarrollo del gluten. Con el movimiento de la amasadora se logra que la masa sea presionada, cortada y azotada, lo cual hace que se incorpore aire y le dé elasticidad. La masa es elástica será capaz de retener el gas generado por la levadura. Durante el amasado se busca el "desarrollo de la masa", definido como la obtención de las características deseables como elasticidad y la flexibilidad.

División

En la divisora se establece el peso final que se requiere, para el pan campestre el peso será 100g.

Boleo

Pasa a la boleadora con el fin de eliminar las bolsas de aire, lograr una tensión uniforme en la masa, superficie lisa y distribuir homogéneamente las células de levadura y la temperatura de la masa.

Reposo

En la reposadora esta aproximadamente 7 minutos con el fin de relajarla para que pueda ser extendida y modelada.

Laminado

Pasa a la laminadora con el fin de distribuir homogéneamente las grandes burbujas de gas acumuladas a toda la masa. Se hacen pasar las piezas por un par de rodillos que giran en direcciones opuestas y que causan el mismo efecto.

Formado

Pasa a la formadora para que el producto en masa tome la forma deseada colocándola luego en latas siliconadas.

Fermentación

Permite que la masa se haga más firme y más seca, la proporción de gas en la masa aumenta; las celdas de la masa se hacen más grandes y las paredes se extienden más allá y se adelgazan, y la proporción de sustancias que contribuyen a la formación de aromas aumentan en la masa; el gluten pierde algo de elasticidad. Este proceso se lo realiza en la Cámara de Leudo a temperatura entre 35 y 40ºC y humedad relativa de 85% por un rango de tiempo de 112 a 120 minutos. Para evaluarla, se deben basar en características típicas como apariencia de la superficie, volumen y resistencia de la masa al tocarla.

Corte

Las hogazas antes de hornear se cortan en su superficie para obtener el patrón apropiado característico del tipo de producto. La profundidad del corte debe aumentarse conforme el número de cortes sea menor y entre menor sea el tiempo de fermentación, para el pan campestre se le harán dos cortes diagonales.

Horneo

Durante el proceso de horneado, la masa cruda se convierte en un producto digerible y de buen sabor. Este proceso de horneado tiene una influencia definitiva e irreversible sobre la calidad del producto. Las etapas en el proceso de horneado son:

1) La retención de los gases en la red de gluten (proteína).
2) Formación de pasta de almidones.
3) La coagulación de las proteínas.
4) Formación de la costra y el pardeamiento.

Las condiciones del proceso serán a 200ºC de temperatura, 18 a 22 minutos de tiempo y adicionar vapor. La ventaja de la utilización de vapor es que previene el rompimiento de la piel de la costra, produce un aumento en el volumen del producto, el pardeamiento de la costra se mejora por cuanto las dextrinas (las cuales se disuelven primero) al secarse producen un brillo café en la costra.

Enfriamiento

Colocar el producto en las Perchas de Enfriamiento a temperatura ambiente (32ºC) por 40 minutos aproximadamente.

Enfundado

Como último paso del proceso el producto es enfundado manualmente en funda de papel kraft.

3. Capitulo 2.- Diseno del Experimento:

3.1 Formulación del Diseño de Experimentos para el Desarrollo de Masa Madre.

Para ampliar la buena acogida del producto debido a sus características organolépticas planteé un diseño de experimentos para el mejoramiento del proceso de panificación.

3.1.1 Planteamiento de Hipótesis: Determinación de las Variables a Controlar y No Controladas. El producto a obtener debería ser aceptado según características organolépticas de sabor, miga y textura determinando si hay diferencia significativa entre los productos elaborado con masa madre y mix de mejorador por medio de técnicas estadísticas. Se diseñó el experimento basado en la evaluación sensorial según métodos afectivos (Prueba hedónica) y métodos analíticos (Prueba triangular) obteniendo calificaciones. Se determina como Variable Independiente: Porcentaje de Masa madre en fórmula y Porcentaje de Mix de mejorador.

3.1.2 Corridas Experimentales. Todas las pruebas presentarán condiciones comunes como ingredientes: harina, agua, levadura, grasa vegetal y sal.

Tabla III.
Elaborado por: Ma. Belén Reyes R.
Variables y Niveles para pruebas Sensoriales

Variables	Niveles	
Porcentaje de Masa Madre	0%	18%
Porcentaje de Mix de Mejorador	0%	3%

Número de Pruebas = 2x2

Número de Pruebas= 4

	% de Masa Madre	**% de Mix Mejorador**
Prueba 1	18%	3%
Prueba 2	18%	0%
Prueba 3	0%	3%
Prueba 4	0%	0%

3.1.3 Análisis del Diseño de Experimentos. En el diseño de experimentos se ha planteado 4 pruebas a desarrollar pero algunas serán obviadas por anticipar sus resultados y a más que no aplican según la hipótesis y objetivo del estudio.

Tabla IV.
Análisis de Diseño de Experimentos

3.1.4 Caracterización. Muestra 847: Elaborada a base de materia prima común con 18% de Masa madre y 0% de Mix de mejorador en su formulación.

Muestra 935: Elaborada a base de materia prima común con 0% de Masa madre y 3% de Mix de mejorador en su formulación.

	% de Masa Madre	% de Mix de Mejorador	Código	Resultado
Prueba 1	18%	3%		No se toma
Prueba 2	18%	0%	847	Se toma
Prueba 3	0%	3%	935	Se toma
Prueba 4	0%	0%		No se toma

Se realizarán una prueba afectiva de nivel de agrado o Hedónica y una prueba analítica triangular con calificaciones de 50 panelistas no entrenados.

3.1.5 Evaluaciones Sensoriales. Este estudio está basado en la utilización de Pruebas Afectivas, que dentro de su división demarcaremos dos métodos: Prueba de Nivel de Agrado (Escala Hedónica) y Prueba Triangular.

<u>Prueba de Nivel de Agrado.-</u>

El objetivo de esta prueba es localizar el nivel de agrado o desagrado que provoca una muestra específica. Utilizamos una escala estructurada detallando los niveles de agrado, indiferencia o desagrado que pueda provocar el producto.

<u>Muestras:</u> Se presentan dos muestras, ubicando a cada por separado en la escala hedónica. Presentamos las muestras como un consumidor las confrontaría habitualmente.

La degustación se realizó en el área del comedor de una planta alimenticia presentando el producto al personal a media tarde.

<u>Jueces:</u> la población elegida fueron 50 consumidores potenciales del producto que tienen constante contacto con el mismo.

<u>Hoja de respuestas:</u> utilizo una escala estructurada iniciando con la calificación de 9 para el máximo agrado y 1 para el máximo desagrado.

Prueba de Referencia: Escala Hedónica

Nombre:______________________________ **Fecha:**____________

Ud ha recibido 2 muestras codificadas. Pruebe cada muestra y califique en la escala de acuerdo a su preferencia. Ponga una **X** en el casillero que corresponda. Pruebe las muestras en el orden de la tabla.

		935	847
9	Me gusta extremadamente		
8	Me gusta mucho		
7	Me gusta moderadamente		
6	Me gusta ligeramente		
5	Ni me gusta ni me disgusta		
4	Me disgusta ligeramente		
3	Me disgusta moderadamente		
2	Me disgusta mucho		
1	Me disgusta extremadamente		

Comentarios.-______________________________

Muchas gracias por su colaboración!!!

Figura II
Hoja de Respuestas

<u>Conclusión:</u>

La muestra 847 que corresponde al Pan Campestre con masa madre es de manera significativa más aceptable con diferencia significativa al 1% para el consumidor en comparación con la muestra 935 que es Pan Campestre con mix de mejorador.

Según resultados obtenidos de la tabulación de calificaciones de la prueba hedónica evaluada por panelistas, los consumidores prefieren el Pan Campestre con Masa Madre por sus características organolépticas como textura con mayor crocancia, miga uniforme y semiabierta; y, sabor y olor ligeramente ácido que lo diferencian del Pan Artesanal con mix de mejorador.

Prueba Triangular.-

Tiene como objetivo determinar si existe diferencia sensorialmente perceptible entre dos muestras, comparando tres muestras a la vez, de las cuales dos son iguales entre sí y otra es diferente.

Muestras: se presentaron tres muestras codificadas con tres números aleatorios. Requiere que la variable motivo de observación sensorial sea la única causa de variación.

Juez: la población elegida fueron 50 consumidores potenciales del producto que tienen constante contacto con el mismo y previamente han sido entrenados en el uso de la prueba.

Hoja de respuestas: utilicé una hoja de evaluación detallando al panelista que ha recibido 3 muestras codificadas indistintamente, dos muestras son iguales y una diferente. Una vez que el panelista haga el análisis según su criterio encierre el número de la muestra escogida como diferente en un círculo.

Prueba Triangular

Nombre:______________________________ Fecha:________________

Ud. ha recibido 3 muestras codificadas, dos muestras son iguales y una diferente. Pruebe las muestras en el orden que indica el cuestionario. Indique **¿Cual es la muestra diferente?** Encierre el número de la muestra escogida como diferente en un círculo. Enjuague la boca con agua después

563 **262** **846**

Muchas gracias por su colaboración!!!

Figura III
Hoja de Respuestas

Conclusión

Al buscar el valor z= 1,05 en la Tabla Área bajo la curva normal estándar y localizar que el área a la derecha del valor z es 0,0262, entenderemos que la probabilidad exacta de este evento es 2,62%, y no ambiguamente como decíamos antes, p menor a 5%. Se acepta H_i con el nivel de seguridad de fallar en esta aseveración menos de 2,62%. Determinamos que si hay diferencia significativa entre los productos con un nivel de aseveración de 97,38%, esto indica que el consumidor encuentra diferencia entre las pruebas presentadas acertando en la muestra diferente que es la de Pan Campestre con Masa Madre.

3.1.6 Determinación del proceso y su formulación. Obteniendo resultados estadísticos según pruebas de evaluación sensorial a panelistas no entrenados, analizados bajo método de Análisis de Varianza y Ji- Cuadrada llegué a la conclusión de que existe diferencia significativa entre las muestras presentadas, con resultados favorables por el Pan Campestre con Masa Madre. Su formulación y proceso de elaboración será detallado en el siguiente capítulo.

4. Capitulo 3.- Escalado:

4.1 Proceso de Elaboración

Elaboración de Masa Madre

Pesado.- La masa madre está compuesta básicamente de: Harina de trigo en un 20%, agua helada en un 19,3%, levadura en un 3% y sal en un 0,4% de la fórmula según porcentaje panadero.

Amasado.- Procedemos a mezclar por 3 minutos a velocidad media incorporando cada uno de los insumos y luego se amasa la mezcla por 9 minutos a velocidad rápida para añadir textura a la masa. Es importante controlar la temperatura de la masa luego del amasado pues debe estar en un rango de 24 a 25ºC para que la levadura se mantenga inactiva en este proceso, por esa razón se requiere que el agua esté helada.

Envasado.- La masa se coloca en un recipiente plástico cubierto previamente sanitizado y desinfectado. Colocar en un lugar limpio a temperatura ambiente en rangos de 30 a 32ºC por 16 horas.

Elaboración de Pan campestre:

Pesado.- Pesar los insumos según los porcentajes de la formulación restando la cantidad previamente utilizada de los insumos para la elaboración de masa madre.

Amasado.- Colocar cada uno de los insumos anteriormente pesados en la amasadora y adicionar la masa madre como un insumo más dentro de la formulación. Mezclar los insumos por 3 minutos a velocidad y luego aumentar la velocidad por 14 minutos para ligar cada uno de los insumos dando la textura elástica que requiere la masa.

División y Boleado.- En este proceso la masa obtenida en el amasado será dividida en porciones de 110g a 112g con una forma redonda con el fin de mantener lisa la superficie de la masa.

Reposo.- Al ser transportadas las masas a la reposadora se espolvorea harina sobre cada una y automáticamente se coloca cada masa en canastas individuales para proceder al reposo aproximadamente por 10 minutos.

Laminado.- distribuye homogéneamente las grandes burbujas de gas acumuladas a toda la masa, se hacen pasar las piezas por un par de rodillos que giran en direcciones opuestas y que causan el mismo efecto.

Formado.- Se realiza manualmente por los operarios de línea para dar la forma deseada y homogénea al producto. Luego se coloca cada masa en latas acanaladas perforadas y siliconadas que se percharán en coches de acero inoxidable con capacidad en rango de 14 a 34 latas.

Fermentación.- A temperatura de 40ºC, Humedad relativa de 85%, y, el tiempo depende del producto, para el Pan Campestre el tiempo fue de 75 a 80 minutos.

Corte.- Se realiza dos ligeros cortes diagonales en la superficie del pan que una vez horneados serán la greña característica del producto.

Horneado.- Los coches son colocados en el horno a temperatura de 200ºC con inyección de vapor por 28 minutos con el fin de cocer el producto obteniendo textura de la miga y crocancia de la corteza.

Enfriamiento.- Se coloca el producto en la percha de enfriamento previamente sanitizada y desinfectada en ambiente controlado a temperatura ambiente de 32ºC por 40 minutos aproximadamente hasta que el producto tenga como temperatura interna 34ºC.

Enfundado.- El enfundado se realiza en fundas de papel kraft.

4.1.1 **Fórmula.** La elaboración del Pan Campestre con Masa Madre presenta una fórmula básica panadera de producto tipo baguette, pues cuenta con similares características organolépticas como: textura, miga y crocancia de corteza, con la diferencia de que el Pan Campestre tiene como insumo grasa vegetal en un mínimo porcentaje.

Fórmula de Pan Campestre Con Masa Madre

Materia Prima	Fórmula total % Panadero	Fórmula Masa Madre %	Materia Prima final %
Harina	100%	20%	80,0%
Agua	58%	19,3%	80,7%
Levadura	2,5%	3%	97,0%
Sal	2,2%	0,40%	99,6%
Grasa vegetal	4%		100,0%

4.1.2 **Equipos.** Los equipos que se deben utilizar para la fabricación de este pan, a nivel de planta piloto, serán escogidos por su economía, sencillez y disponibilidad.

Para realizar los cálculos de capacidad de equipos me basé en información real proporcionada por la empresa Puncalsa, partiendo de la cantidad de sacos de harina producidos diariamente en la línea de panadería para satisfacer la demanda diaria del producto.

Sacos de harina/ día = 14 unid.
Kg Harina/ saco = 50Kg
Kg. Harina/ día = 14 unid. X 50 Kg = 700Kg/día
% de Producción de Pan Campestre/ día = 15%
Kg. Harina/ día para Producción de Pan Campestre:
700Kg/ día x 15% = 105 Kg harina/día

Tabla VI.

Fórmula de Pan Campestre Con Masa Madre por parada

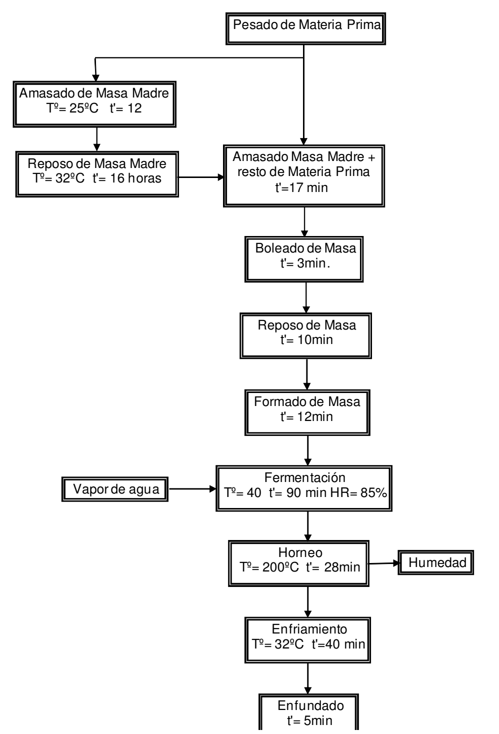
Materia Prima	Fórmula total Kg	Fórmula total %	Fórmula Masa Madre Kg	Fórmula Masa Madre %	Materia Prima final Kg	Materia Prima final %
Harina	105,000	100%	21,000	20%	84,000	80%
Agua	60,900	58%	11,754	19,3%	49,146	81%
Levadura	2,625	2,5%	0,079	3%	2,546	97%
Sal	2,310	2,2%	0,0092	0,40%	2,301	99,6%
Grasa vegetal	4,200	4%			4,200	100%
TOTAL	175,035		32,842		142,193	

Peso unitario de pan	0,112
Cantidad de pan por parada	1562,81
Porcentaje estimado de desperdicio	10,5%
Cantidad real de pan por parada	1398,72
Desperdicio y vapor cocción	164,10
Rendimiento	89,5%

Los equipos seleccionados tendrán un porcentaje de colchón del 50% referente a la capacidad (262,5 Kg de masa/ día), para precautelar la inversión inicial y estar preparados para un incremento en la producción.

4.1.3 Diagrama de Flujo

Diagrama de Flujo de Pan Campestre con Masa Madre



4.2 Rendimientos

El proceso de panificación tiene un porcentaje de desperdicio mínimo, ya que la materia prima está lista para ser utilizada en su totalidad, es por ello que utilicé un porcentaje de desperdicio estimado de 0,5% que puede ser reprocesado. En el único proceso en que el producto sufre una disminución de peso es en el horneo, ya que se estima una pérdida por vapor del 10% en el producto debido a la cocción. Obteniendo un porcentaje de rendimiento de 89,5%.

4.3 Costos

Costo de Pan Campestre con Masa Madre			
Materia Prima	**Cantidad (Kg)**	**Costo Unitario**	**Total**
Harina	105	$ 0,64	$ 67,20
Agua	60,9	$ 0,01	$ 0,37
Levadura	2,625	$ 1,07	$ 2,81
Sal	2,31	$ 0,13	$ 0,30
Grasa vegetal	4,2	$ 1,32	$ 5,54
Total	**175,035**		**$ 76,22**
Unidades de Pan producidas			1398,72
Costos del Producto por Unidad			$ 0,054
Costos indirectos estimados			$ 0,020
Costos Totales			$ 0,074
Utilidad (30%)			$ 0,022
Precio de Venta por unidad			$ 0,097

5. Capitulo 4: Conclusiones y Observaciones.

- Se puede obtener un producto panario a base de masa pre fermentada con mejores características organolépticas y sensoriales en
- Guarda una relación directa con el tiempo de fermentación de la masa madre o masa pre fermentada en condiciones ambientales, es decir a mayor tiempo de fermentación el producto final tiene sabor ligeramente ácido, miga abierta y buena crocancia sin uso de mix de mejoradores.
- El tiempo de fermentación óptimo de la masa madre es de 15 a 18 horas a temperatura ambiente de 32º, pues es cuando llega a su punto máximo de desarrollo, obteniendo sabor y aroma a acidez e incremento en su volumen. Una vez que la masa madre se somete a mayor tiempo de fermentación sus propiedades se deterioran.
- Existen clientes potenciales de Pan Campestre con masa madre, ya que la tendencia del consumidor es alimentarse con productos artesanales con cantidad nula de aditivos químicos o mix de mejoradores.
- Los Análisis de Varianza y Ji-cuadrada son herramientas valiosas estadísticas que permiten analizar los resultados en forma clara, precisa y objetiva, determinando que los panelistas evaluados encontraron diferencia significativa entre los productos prefiriendo el Pan Campestre con masa madre por su sabor y aroma ligeramente ácido, miga semi abierta y textura crocante en su corteza.
- Según resultados obtenidos de la tabulación de calificaciones de la prueba hedónica evaluada por panelistas, los consumidores prefieren el Pan Campestre con Masa Madre por sus características organolépticas como textura con mayor crocancia, miga uniforme y semiabierta; y, sabor y olor ligeramente ácido que lo diferencian del Pan Artesanal con mix de mejorador.
- En la prueba triangular evaluada según análisis de Ji-cuadrada determiné que si hay diferencia significativa entre los productos con un nivel de aseveración de 97,38%, esto indica que el consumidor encuentra diferencia entre las pruebas presentadas acertando en la muestra diferente que es la de Pan Campestre con Masa Madre con el nivel de seguridad de fallar en esta aseveración menos de 2,62%.
- Dado que el proceso tiene un porcentaje de desperdicio de 0,05% materia prima, que es mínimo puede ser reprocesado, es un aliciente factor que disminuye costos de producción influyendo en su precio de venta al público.
- El escalado del proceso se llevó de nivel de planta piloto a nivel semi- industrial, mantenido la proporcionalidad en la formulación del producto según los porcentajes de cada uno de los insumos y siguiendo con el esquema de equipos utilizados en el desarrollo del producto aumentando la capacidad de cada uno de ellos disminuyendo los procesos manuales.

6. Agradecimiento:

A Dios por ser la fuente infinita de amor, sacrificio y fortaleza. A mi familia, mi novio y todas las personas que aportaron a la realización exitosa de este trabajo y especialmente al Ing. Patricio Cáceres C. Director de Tesis por su invaluable ayuda y apoyo.

7. Referencias

- http://www.alimentariaonline.com/desplegar_nota.asp?did=270
- http://es.wikipedia.org/wiki/Masa_madre
- PARMENTELAT CLAUDE, Panes y Bollería, Susaeta Ediciones S.A.
- http://www.pasqualinonet.con.ar/MundoStellita.htm