

**“DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS
ÓPTIMOS PARA LA ELABORACIÓN DE PAN
PRECOCIDO DE YUCA
(*Manihot esculenta crantz*)”**



**AUTORES: Robin Stalin Loza Flores
Edison Javier Loza Gómez**

DIRECTOR: Ing. Marcelo Miranda

Ibarra-Ecuador

2008

**“DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS
ÓPTIMOS PARA LA ELABORACIÓN DE PAN
PRECOCIDO DE YUCA
(*Manihot esculenta crantz*)”**



AUTORES:

Robin Stalin Loza Flores

Edison Javier Loza Gómez

E – MAIL:

robin.loza@co.nestle.com

edy_loza.g1011@hotmail.com



DIRECTOR: Ing. Marcelo Miranda

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador el principal problema de la industria de panificación es proveer al cliente, un pan fresco, de buena calidad y en cualquier momento del día; debido a que este producto, luego de su elaboración y a medida que transcurre el tiempo empieza a cambiar ciertas características como son: la corteza se vuelve dura; la estructura de la miga envejece, pierde suavidad, alterando el sabor y olor característico de un pan fresco.

Por tal motivo la agroindustria esta desarrollando nuevas tecnologías como es la elaboración de pan precocido el cual es distribuido a los puntos calientes de venta, su finalidad es tener un pan estructurado totalmente en el interior, mientras que en el exterior todavía es blanco.

El pan precocido utiliza la tecnología del congelado con lo que se conserva durante más tiempo y preserva todos los sabores naturales, solamente se necesita un congelador y el horno, para obtener el tradicional pan fresco hecho en casa, no tiene preservantes ni

conservantes o sabores artificiales; es un producto 100% natural, listo para hornear.

La yuca es una raíz que se cultiva en todas las regiones del Ecuador y presenta diferentes variedades, actualmente es considerada un cultivo de pequeños agricultores, su producción esta dedicada principalmente al consumo en estado fresco debido a la cultura alimenticia de las personas. Por otra parte una característica de las raíces de yuca es que sufren un rápido deterioro luego de ser cosechadas por lo que deben ser procesadas pocos días después de la cosecha. La ocurrencia del deterioro está directamente asociada a los daños mecánicos que ocurren con la cosecha, pero también depende de la variedad, su deterioro aumenta los costos y causa pérdidas considerables a los productores y comercializadores.

La elaboración de productos derivados de la yuca es escasa, no se han desarrollado alternativas a nivel nacional para darle un valor agregado a ésta. En la Provincia de Manabí existen microempresas dedicadas a la obtención de harina y almidón, los cuales son

destinados como materia prima para la industria de balanceados y panificación.

A pesar que esta raíz contiene un alto porcentaje de almidón, esta no se aprovecha mayormente en la industria de panificación, de igual manera no existen alternativas del aprovechamiento de ésta, cuando hay una sobre producción o no se ha podido comercializar.

Esta investigación propuso una alternativa para darle un valor agregado a la yuca, así como también satisfacer las exigencias del mercado, esto es proveer al cliente de pan precocido para que termine con la cocción en su hogar y de esta manera disponer de pan fresco de excelente calidad a cualquier hora del día. Dando como consecuencia que a nivel de productor ya podría eliminarse los excedentes de pan que no se ha vendido, y a nivel de consumidor, no tenga pan guardado de un día para otro u otros.

La presente investigación planteó determinar los parámetros óptimos para la elaboración de pan precocido de yuca (*Manihot esculenta crantz*), como son porcentaje

de masa de yuca, temperatura y tiempo de precocción.
Para cumplir este propósito se estudió:

- A la yuca en si, con la finalidad de tener muy en claro los beneficios que puede proporcionar para dicha investigación, para lo cual se utilizó un tipo de yuca blanca-crema, proveniente de la zona sub-tropical de Intag del cantón Cotacachi, de la provincia de Imbabura.
- El correcto proceso para la elaboración de pan precocido, en el cual es necesario prestar atención a los diferentes tiempos y temperaturas a utilizar durante el proceso, ya que estos van a determinar la calidad del producto final.

EL PAN

El pan es un alimento básico elaborado generalmente con cereales, usualmente en forma de harina, y un medio líquido, habitualmente agua.



Desde la antigüedad se han elaborado panes de muchas maneras. Una de las grandes diferencias es la adición de levadura. La acción de la levadura transforma las características de la harina y le da volumen, textura, esponjosidad y sabor al pan. Al pan elaborado sin levadura se le llama ácimo.

El medio líquido también varía, usándose desde la antigüedad el agua o la leche. La harina de trigo es rica en gluten y por ello es importante para crear una textura esponjosa. Se suelen mezclar harinas de trigo con otros

cereales pobres en él. Incluso es habitual que se mezclen harinas de trigo de diferentes procedencias, y riqueza en gluten, para obtener harinas destinadas a panes específicos. Es frecuente que el pan mejore el gusto al adicionar un poco de sal así como también otros ingredientes como grasas, semillas, frutas, etc., que van a mejorar al pan.

El pan es un producto de consumo diario que aporta con nutrientes básicos para una dieta normal, se elabora desde tiempos prehistóricos. En la fabricación del pan, los microorganismos son útiles por dos motivos principales:

- 1).- Puede producir gas para fermentar, o hacer subir la masa, dando al pan la textura suelta y porosa deseada.
- 2).- Puede producir sustancias aromáticas beneficiosas e intervenir en el acondicionamiento de la masa”.

El pan precocido

Consiste en una cocción en dos tiempos. La masa se elabora como en el proceso tradicional, atendiendo algunas modificaciones que se detallarán más adelante; esta es la etapa fundamental y decisiva para la obtención con éxito en la producción del pan precocido. Nadie se

pone de acuerdo sobre qué temperatura y cuánto tiempo es el óptimo de precocción, en ello influyen la temperatura real del horno, el tamaño de las piezas y la cantidad de kg de masa por hornada. Pero de cualquier manera lo ideal es precocer a una temperatura de 200 a 240°C durante 10 a 15 minutos aproximadamente, teniendo que modificar la temperatura y el tiempo cuando el tamaño de la pieza es mayor.

A medida que va aumentando la temperatura hacia el interior del pan (55°C), queda paralizada la fermentación, al mismo tiempo parte del almidón se va transformando en azúcares (actividad enzimática). Cuando la actividad enzimática es muy elevada, se produce un aumento rápido de la coloración de la corteza y se prolonga el tiempo de formación de la estructura.

Cuando la precocción ha alcanzado los 10-15 minutos, la actividad enzimática y la coagulación del gluten han llegado a su fin, lo que quiere decir que la estructura del pan está fijada, pese a que todavía el producto es frágil. A la salida del pan del horno hay una fase de resudado donde se aprecia un ligero decaimiento. El cual es mayor cuando la cantidad de masa por hornada es elevada o

bien cuando el número de canales por bandeja rebasa los límites normales, esto impide que el aire pase por entre los panes no alcanzando la coagulación necesaria.

Se deja enfriar el pan para llevarlo a congelación y en el momento que se necesite, se debe descongelar para finalmente llevarlo a una segunda cocción, una vez cocido durante 20 minutos, el aspecto es igual al pan tradicional. El mercado del pan precocido aún es pequeño, y fundamentalmente va dirigido a los puntos calientes de venta; pero incluso el panadero puede precocer algo de pan por la mañana y, sin necesidad de congelar, terminar de cocerlo a primera hora de la tarde

INGREDIENTES Y SUS FUNCIONES

Harina.- Por lo general para la elaboración de pan, se utiliza harina de trigo, sin embargo en la actualidad debido a la gran demanda de diversidad de productos se está utilizando harinas de diferentes cereales, incluso se está empezando a utilizar harinas de tubérculos. Para asegurarse que una harina se encuentra en buen estado, se debe verificar que sea suave al tacto, es decir, al cogerla y presionarla con la mano debe formarse una bola, pero ésta tiene que deshacerse fácilmente, no debe ser dura, ya que indicaría que es una harina con demasiada humedad.

Además esta debe ser:

- De color blanco amarillento.
- No presentar mohos ni estar rancia.
- No tener olores anormales.
- No presentar acidez, amargor o dulzor.

Levadura.- La principal función de la levadura es la metabolización de los azúcares fermentantes presentes en la masa, así como también la producción de CO₂ como producto de desecho, el cual es utilizado en la masa como leudante, el cual ayuda a incrementar el volumen de la

misma. La levadura no solo ayuda al incremento de volumen en la masa, si no también que modifica las características de elasticidad, adhesividad, así como también contribuye en el aroma del pan.

Agua / Leche.- Para la utilización del agua se debe tomar en cuenta, cuatro aspectos fundamentales como son: la cantidad, la calidad, la temperatura y pureza.

La adición de agua es muy importante para garantizar que las masas de pan presenten una buena humedad en el proceso de reposo como en la fermentación, ya que mientras se va generando la producción de CO₂ la masa pierde humedad, y si no tiene la cantidad suficiente, se torna demasiado seca y pierde rendimiento. Por otro lado calcular la cantidad de agua necesaria, no siempre resulta exacto ya que depende de los demás ingredientes con que se esté trabajando y el tipo de pan a obtener. De igual manera siempre es recomendable trabajar con agua potable y hervida que presente una temperatura de 20 a 25°C.

Leche.- Esta aumenta el valor alimenticio y también retarda el endurecimiento del pan. Ayuda a disolver la sal

y el azúcar, así como también dispersa las células de levadura a través de la harina.

Sal.- La principal función de la sal es mejorar el sabor en el producto final. La falta de sal puede ocasionar: panes insípidos; fermentaciones muy rápidas con excesivo volumen y corteza muy fina obteniendo panes con corteza descolorida; en la fermentación puede haber una tendencia a debilitarse y son piezas que hay que trabajar con cuidado; también se pueden obtener masas pegajosas y muy blandas durante el amasado, lo que no ayuda a dar firmeza al pan. De igual manera añadir la dosis correcta de sal produce: panes de buen sabor; favorece la absorción del agua; aumenta la conservación del pan ya que lo mantiene más tiempo fresco debido al aumento de agua en las proteínas.

Azúcar.-La principal función del azúcar es servir como fuente de fermentación, además contribuye a mejorar el sabor en el caso de panes dulces. Si la presencia de azúcar es escasa la producción de bióxido generado por las células de la levadura se limita y retarda. De igual manera los azúcares reducidos que permanecen en la

masa cuando se lleva al horno, ayudan en la coloración del pan debido a la caramelización de los azúcares.

Mantequilla.- Su principal función es mejorar el valor nutricional, así como también resaltar el sabor, además aumenta el rendimiento y la extensibilidad de la masa. Produce cortezas más finas, aumenta la flexibilidad del pan con el fin que se conserve durante más tiempo.

Huevo.- La finalidad de la adición del huevo es para que el producto sea más atractivo y tenga mejor sabor. La proteína del huevo proporciona una elasticidad adicional a la masa, sin hacerla pegajosa.

MATERIALES Y MÉTODOS

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La presente investigación se realizó en la Panadería “EXTRAPAN”, ubicada en la ciudad de Ibarra.

Localización del experimento y ubicación geográfica

PROVINCIA:	Imbabura
CANTÓN:	Ibarra
PARROQUIA:	San Francisco
ALTITUD:	2250 msnm
TEMPERATURA:	17,4°C
H.R. PROMEDIO:	75%
PLUVIOSIDAD:	50,5 mm./año
LATITUD:	0° 20' Norte
LONGITUD	78° 08' Oeste

MATERIALES Y EQUIPOS

Materias primas e insumos

- Yuca
- Harina de trigo
- Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*)
- Sal
- Azúcar

- Leche
- Queso
- Mantequilla
- Huevos

Instrumentos y equipos para la investigación

- Recipientes metálicos de 5000 ml
- Cuchilla de pan
- Mesa de acero inoxidable
- Termómetro de horno
- Termómetro de penetración
- Cronómetro
- Bandejas plásticas (9" x 11")
- Papel celofán (película autosellante)
- Amasadora
- Cocina industrial
- Balanza digital
- Horno Industrial
- Cámara de fermentación
- Cuarto de congelación o congelador
- Material de vidrio
- Equipos de laboratorio
- Reactivos para análisis

MÉTODOS

Factores en estudio

Factores	Niveles	Simbología
A: % de Masa yuca	70%	A ₁
	60%	A ₂
	50%	A ₃
B: Temperatura de Precocción	200°C	B ₁
	220°C	B ₂
C: Tiempo de Precocción	10 minutos	C ₁
	15 minutos	C ₂

Tratamientos

Combinaciones entre factores

Tratamientos	Factores		
	Masa de yuca	Temperatura de precocción	Tiempo de precocción
A ₁ B ₁ C ₁	70%	200°C	10 minutos
A ₁ B ₁ C ₂	70%	200°C	15 minutos
A ₁ B ₂ C ₁	70%	220°C	10 minutos
A ₁ B ₂ C ₂	70%	220°C	15 minutos
A ₂ B ₁ C ₁	60%	200°C	10 minutos
A ₂ B ₁ C ₂	60%	200°C	15 minutos
A ₂ B ₂ C ₁	60%	220°C	10 minutos
A ₂ B ₂ C ₂	60%	220°C	15 minutos
A ₃ B ₁ C ₁	50%	200°C	10 minutos
A ₃ B ₁ C ₂	50%	200°C	15 minutos
A ₃ B ₂ C ₁	50%	220°C	10 minutos
A ₃ B ₂ C ₂	50%	220°C	15 minutos

Diseño experimental.- Se utilizó dos diseños; el primero fue un “Diseño Completamente al Azar” para 12 tratamientos, el mismo que se lo aplicó en las variables evaluadas durante el proceso. El segundo fue un “Diseño

- ✓ Para detectar diferencias estadísticas entre las interacciones de los factores, se realizó gráficas.
- ✓ Las variables cualitativas se evaluaron mediante la prueba de Friedman al 1% y 5% para los doce tratamientos conjuntamente con el testigo.

Esquema de análisis de varianza

Esquema del ADEVA

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	35
Tratamientos	11
Factor A	2
Factor B	1
Factor C	1
A x B	2
A x C	2
B x C	1
A x B x C	2
Error experimental	24

Variables evaluadas

Variables cuantitativas

☞ Análisis de la materia prima:

- % Almidón

☞ Análisis durante el proceso:

- % Acidez

- Producción de CO₂

☞ Análisis tanto para el pan precocido como para el pan final:

- % Azúcares reductores libres

- % Cenizas

- % Fibra bruta

- % Grasa

- % Humedad

- % Proteína

- Mohos y levaduras (UFC/g)

- Recuento de aerobios totales (UFC/g)

- Volumen

- Peso

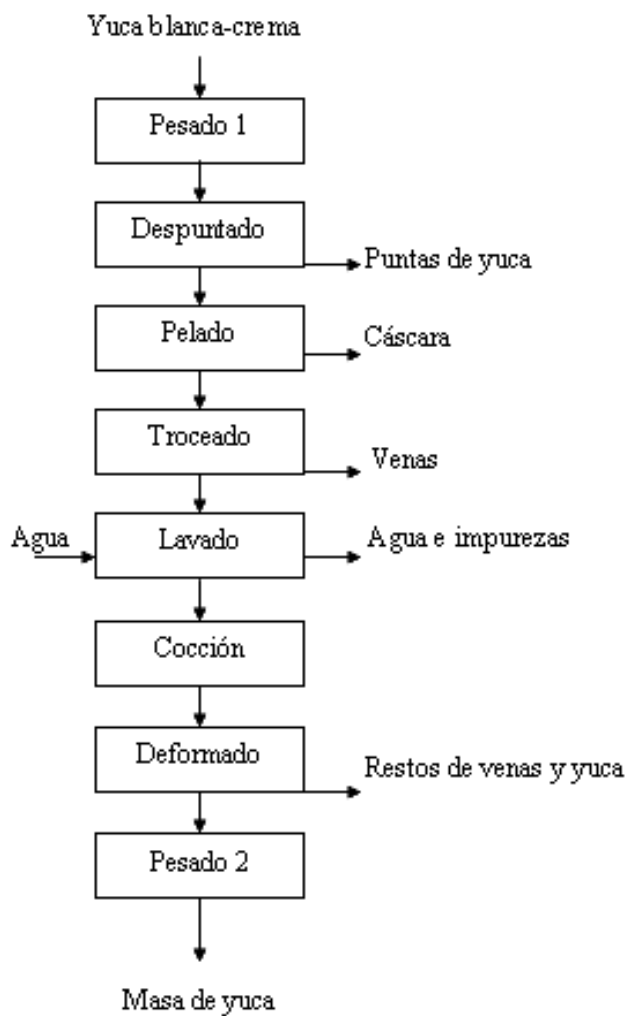
- Peso específico

Variables cualitativas (análisis organoléptico)

- Color
- Aroma
- Sabor
- Miga
- Corteza

Las variables cualitativas fueron evaluadas, mediante pruebas de aceptación, comparando el producto con un testigo.

DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA OBTENCIÓN DE LA MASA DE YUCA



Descripción del proceso

➤ **Pesado 1**

Se realizó el pesado de las raíces de yuca de la variedad blanca crema, las mismas que se las adquirió en el mercado de la ciudad de Cotacachi, las cuales provienen de la zona de Intag, dicho pesado se lo realizó mediante una balanza digital



➤ **Despuntado**

Algunas raíces de yuca, presentan las puntas deterioradas, por lo cual estas deben ser separadas con la utilización de un cuchillo.



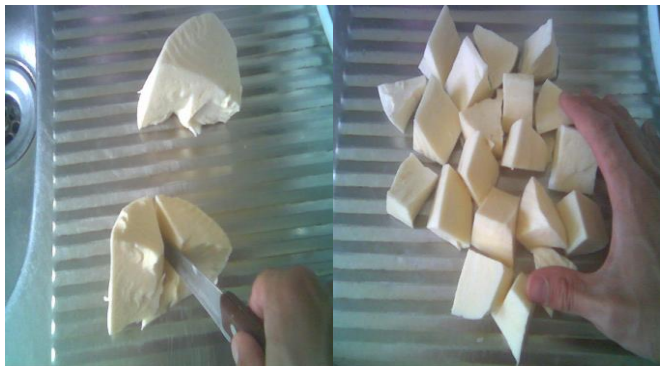
➔ **Pelado**

Se procedió a eliminar la corteza de la yuca, mediante un pelado manual con la ayuda de un cuchillo.



➔ **Troceado**

Esta operación consistió primeramente en reducir el tamaño de la yuca y luego retirar las venas; lo cual facilitará en el proceso de cocción y deformado.



➤ **Lavado**

Se procedió al lavado de las raíces de yuca con la finalidad de eliminar ciertas impurezas presentes en esta, para lo cual se empleó agua potable.



➤ **Cocción**

Esta operación consistió en cocinar la yuca, una vez que el agua llegó a ebullición hasta una temperatura de 92°C, se colocó las yucas en el agua por un tiempo de 30 minutos.



➤ **Deformado**

Se retiró la yuca y se colocó en un recipiente metálico con la finalidad de deformarla (aplastarla), para así obtener una masa homogénea.

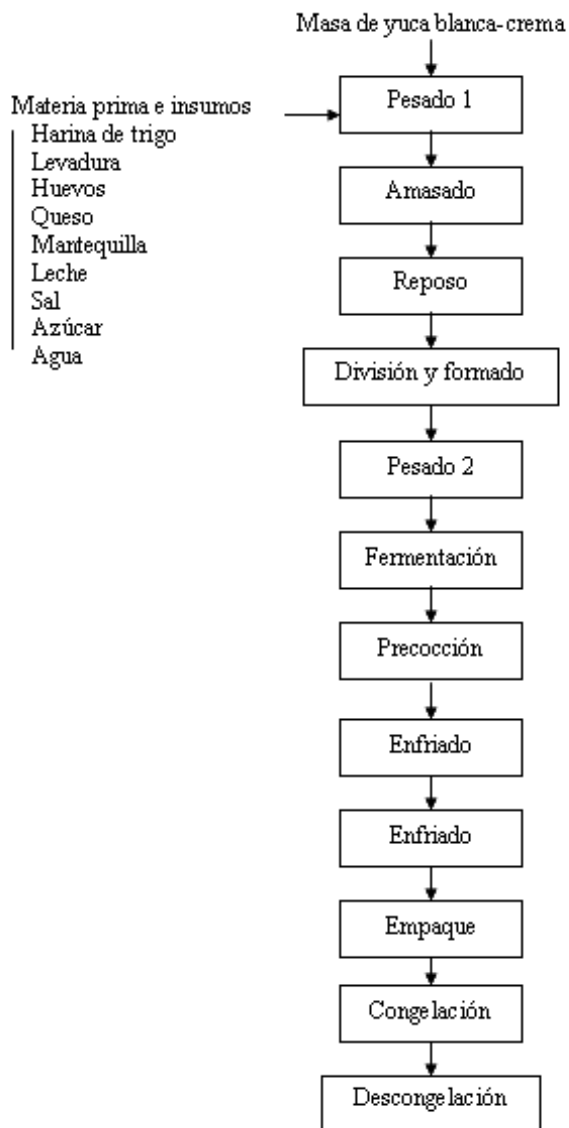


➤ **Pesado 2**

Se pesó la masa de yuca con la finalidad de tener su peso exacto antes de ingresarla al proceso para la obtención del pan precocido.



DIAGRAMA DE BLOQUES PARA ELABORACIÓN DE PAN PRECOCIDO DE YUCA



Proceso tecnológico

➤ **Pesado 1**

Se pesó todas las materias primas e insumos con la ayuda de una balanza digital, con la finalidad de garantizar una regularidad en la masa.



➤ **Amasado**

En el pan precocido se sigue la norma de producción de pan normal obteniendo una masa ligera y elástica. Se adicionó a la amasadora primeramente la masa de yuca y la harina de trigo, se dejó mezclar 5 minutos y luego se colocó el resto de ingredientes: huevos, mantequilla, leche, queso rallado, sal, azúcar, agua y finalmente la levadura. Se procedió al amasado durante 45 minutos.



➤ **Reposo**

Se dejó la masa en reposo 15 minutos con la finalidad que la levadura empiece a actuar y se de el proceso de gasificación provocando un primer crecimiento y sobre todo el desarrollo del sabor característico en la masa.



➤ **División, formado y pesado 2**

La división se hizo manualmente con la ayuda de una cuchilla de pan, luego se realizó el formado de la masa y posteriormente se pesó dicha porción en una balanza digital con la finalidad de determinar su peso.



➤ **Fermentación**

Se procedió a colocar las piezas de pan en latas debidamente engrasadas, para luego ser ubicadas en coches y llevadas a la cámara de fermentación por un tiempo de 45 minutos con la finalidad que se produzca el proceso de fermentación en donde la levadura gasifica por segunda vez provocando crecimiento o levante en el pan, hasta que alcance el nivel óptimo de volumen.



➤ **Precocción**

Se llevó cada tratamiento al horno giratorio para realizar una primera cocción a la temperatura y tiempo correspondiente para cada uno, una vez transcurrido el tiempo se retiró los panes del horno y con la ayuda de un termómetro se verificó la temperatura interior del pan la cual debía estar entre 55 a 60°C, de igual manera se empleó un termómetro de horno para estar más seguro de la temperatura interior de éste.

Nunca se debe dejar que el pan tome color, ya que es básicamente la cocción final la responsable de la caramelización de los azúcares, pero a su vez se debe dejar el pan precocido bien estructurado, puesto que es en esta etapa cuando la pieza queda formada totalmente.



➤ **Enfriado**

Se colocó en un lugar a temperatura ambiente y libre de viento ya que se puede producir una caída del pan.

Su enfriamiento debe ser lento, así garantizaremos que entra a congelar a una misma temperatura. Se

recomienda enfriar a una temperatura de 20 a 30 minutos.



➔ **Empaque**

Se colocó en bandejas o fuentes (espumaflex), las cuales fueron cubiertas por papel celofán, la cual es transparente, de esta manera facilita la visibilidad del producto y ayuda a disminuir la pérdida de humedad.



➤ Congelación

La congelación se realizó a una temperatura de -10°C , el tiempo que sea necesario antes de su cocción final, se garantiza un producto con caducidad 12 meses aproximadamente ya que más tiempo puede tomar tonos pálidos y mala presencia.



➤ Descongelación

Se procedió a retirar los panes del congelador para descongelarlos a temperatura ambiente por el tiempo de 20 a 30 minutos, con esto se logra realizar una descongelación total del producto, ya que si no se realiza de esta manera se puede observar que el pan toma color por fuera muy rápidamente y el interior continua estando compacto, por lo que hace que el pan envejezca muy pronto.



➤ **Cocción final**

Una vez que se descongeló el pan se llevó nuevamente al horno con la finalidad de realizar la cocción final a una temperatura de 235°C por un tiempo de 20 minutos. Es quizá la fase más importante, ya que en esta etapa es donde se obtiene la finalización de un proceso en el que se busca: volumen (bueno), corteza (fina y crujiente, de color dorado), miga (tierna y blanca), descascarillamiento (mínimo), duración (mínimo 6 horas).



RESULTADOS Y DISCUSIONES

Análisis durante el proceso.-

Acidez (H_2CO_3).- A pesar que existió una equidad entre los tratamientos con respecto a la producción de H_2CO_3 , se pudo observar que existió una ligera fluctuación entre estos, de tal manera estadísticamente se tuvo que el tratamiento T10 (50% masa de yuca), es el mejor ya que se mantuvo constante con respecto a los demás tratamientos en la mayoría de los tiempos de fermentación.

Producción de CO_2 .- A pesar que existió una equidad entre los tratamientos con respecto a la producción de CO_2 , se pudo observar que existió una ligera fluctuación entre estos, de tal manera estadísticamente se tuvo que el tratamiento T9 (50% masa de yuca), es el mejor ya que se mantuvo constante con respecto a los demás tratamientos en la mayoría de los tiempos de fermentación.

Análisis del Pan precocido

Peso.- De acuerdo a la diferencia de pesos, se tuvo como mejor tratamiento T10 (50% masa de yuca + 200°C + 15 minutos); el mismo que representa a la mejor media de peso en el pan precocido, con respecto al tratamiento T4 (70% masa de yuca + 220°C + 15 minutos). Lo cual nos indica que a menor porcentaje de masa de tuca se tiene mayor peso en el pan precocido.

Volumen.- De acuerdo a las medias de los tratamientos se pudo observar una diferencia de volúmenes, teniendo como mejor tratamiento T11 (50% masa de yuca + 220°C + 10 minutos); el mismo que representa a la mejor media de volumen en el pan precocido, con respecto al tratamiento T1 (70% masa de yuca + 200°C + 10 minutos).

Peso específico.- De acuerdo a las medias de los tratamientos se pudo observar una diferencia de pesos específicos, teniendo como mejor tratamiento T11 (50% masa de yuca + 220°C + 10 minutos); el mismo que representa a la mejor media de pesos específicos en el

pan precocido, con respecto al tratamiento T1 (70% masa de yuca + 200°C + 10 minutos).

Análisis físico-químico y microbiológico.

Parámetro determinado	Unidad	Muestra	
		T10R1	T11R2
Contenido acuoso	%	45.59	42.61
Extracto etéreo	%	16.20	13.98
Proteína	%	7.65	7.87
Cenizas	%	1.93	1.69
Azúcares reductores libres	%	11.24	10.84
Fibra	%	1.09	1.11
Carbohidratos totales	%	28.63	33.85
Calorías	cal/100 g	296.17	298.27
Recuento estándar en placa	UFC/g	8	12
Recuento mohos	UFC/g	6	3
Recuento levaduras	UFC/g	8	9

En dicho análisis para el pan precocido se puede observar que no existe una diferencia significativa entre los análisis evaluados tanto para el T10R1 (50% masa de yuca + 200°C + 15 minutos), como para el T11R2 (50% masa de yuca + 220°C + 10 minutos); sin embargo presentan un porcentaje considerable de proteína, constituyéndose en un producto de alto valor proteínico. A pesar que existe presencia de microorganismos, estos se encuentran dentro de los parámetros establecidos; la

presencia de levaduras se debe a que la temperatura aplicada no penetra completamente hacia el centro de la masa.

Análisis del Pan final

Peso.- De acuerdo a las medias de los tratamientos se pudo observar una diferencia de pesos, teniendo como mejor tratamiento T10 (50% masa de yuca + 200°C + 15 minutos); el mismo que representa a la mejor media de peso en el pan final, con respecto al tratamiento T4 (70% masa de yuca + 220°C + 15 minutos).

Volumen.- De acuerdo a las medias de los tratamientos se pudo observar una diferencia de pesos, teniendo como mejor tratamiento T10 (50% masa de yuca + 200°C + 15 minutos); el mismo que representa a la mejor media de peso en el pan final, con respecto al tratamiento T4 (70% masa de yuca + 220°C + 15 minutos).

Peso específico.- De acuerdo a las medias de los tratamientos se pudo observar una diferencia de pesos específicos, teniendo como mejor tratamiento T11 (50%

masa de yuca + 220°C + 10 minutos); el mismo que representa a la mejor media de pesos específicos en el pan final, con respecto al tratamiento T1 (70% masa de yuca + 200°C + 10 minutos).

Análisis físico-químico y microbiológico

Parámetro determinado	Unidad	Muestra	
		T10R1	T11R2
Contenido acuoso	%	34.67	28.77
Extracto etéreo	%	18.17	19.34
Proteína	%	8.83	9.95
Cenizas	%	2.61	2.42
Azúcares reductores libres	%	10.74	9.61
Fibra	%	0.90	0.99
Carbohidratos totales	%	35.72	39.52
Calorías	Kcal/100 g	348.00	378.82
Recuento estándar en placa	UFC/g	3	0
Recuento mohos	UFC/g	3	1
Recuento levaduras	UFC/g	1	0

De igual manera en dicho análisis para el pan final se determinó que no existe una diferencia significativa entre los análisis evaluados tanto para el T10R1 (50% masa de yuca + 200°C + 15 minutos), como para el T11R2 (50% masa de yuca + 220°C + 10 minutos); así mismo presentan un porcentaje considerable de proteína, constituyéndose en un producto de alto valor proteínico.

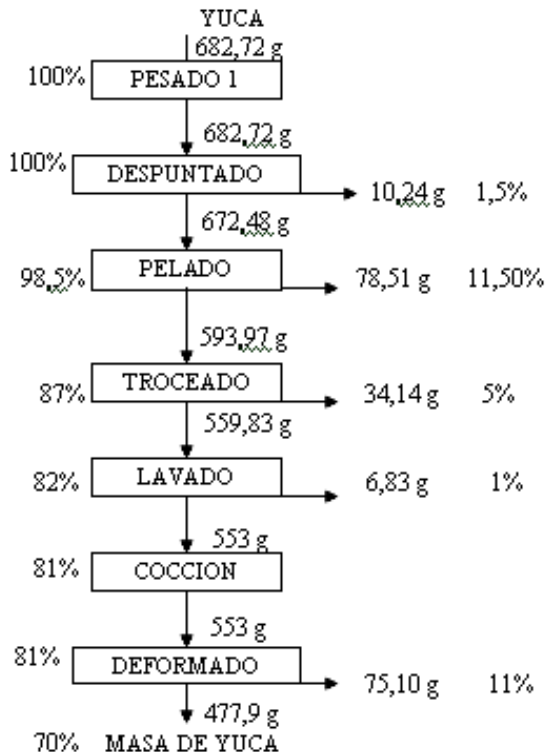
A diferencia del pan precocido se puede observar que en el pan final la presencia de microorganismos es nula o mínima en algunos casos, pero se considera despreciable ya que se encuentra dentro de los parámetros según la norma INEN 1529.

Análisis Organolépticos.- De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis organoléptico, dentro del cual se evaluaron: color, aroma, sabor, corteza y miga; se determinó que el tratamiento T11 (50% masa de yuca + 220°C + 10 minutos) exhibe un color dorado a ligeramente moreno, al igual que una corteza uniforme sin quemaduras ni hollín; por otra parte el T2 (70% masa de yuca + 200°C + 15 minutos) presenta un olor característico y una miga con poros de tamaño uniforme; mientras que el tratamiento T10 (50% masa de yuca + 200°C + 15 minutos) presenta un sabor característico al de un producto fresco recién cocido.

RENDIMIENTO

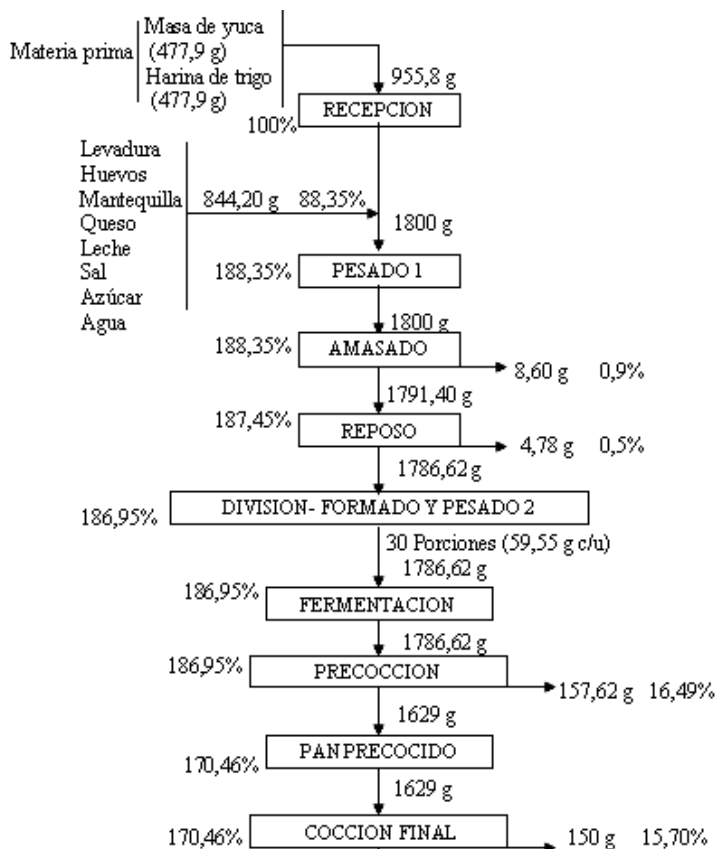
El resultado de rendimiento se lo expresará a través del balance de materiales, para lo cual se procedió a pesar el producto en cada uno de los procesos a los cuales se sometió el mismo. A continuación se presentan los balances de materiales tanto para la obtención de la masa como para la elaboración del pan precocido de yuca.

Flujograma de proceso para la determinación del rendimiento en la masa de yuca



En el flujograma anterior se determinó que las mayores pérdidas se encuentran en la operación de pelado con un 11,50% y en el deformado con el 11%; ya que todavía existen restos de venas, así como también trozos de yuca que no pueden ser deformados y son retirados para evitar una mala presentación del producto final.

Flujograma de proceso para la determinación del rendimiento en el pan precocido





Los porcentajes están realizados de acuerdo a la fórmula panadera, en la cual se trabaja por separado los porcentajes de harinas y los porcentajes de los insumos.

En el flujograma anterior se presenta el balance de materiales para el tratamiento T10 (50% masa yuca + 200°C + 15 minutos). La misma indica que: para obtener 1479 g de pan de yuca que corresponde a 30 panes de 49 g c/u, se partió de una mezcla de 477,9 g de masa de yuca, más 477,9 g de harina de trigo, lo que da un subtotal de 955,80 g de mezcla; a dicha mezcla se agregó 884, 20 g que corresponde a los insumos, para llegar a obtener un total de 1800 g los cuales van a entrar al proceso.

En el proceso de amasado, se observa una mínima pérdida de 8,60 g (0,9%), que corresponde a resto de masa que se queda adherida en los brazos de la amasadora; en el reposo existe de igual manera una

mínima pérdida de 4,78 g (0,5%), que corresponde a pérdida de humedad en la masa.

Las mayores pérdidas se dan en el proceso de precocción y cocción final, es así que en la precocción existe una pérdida de 157,62 g (16,49%); mientras que en la cocción final existe una pérdida de 150 g (15,70%).

Finalmente con respecto al rendimiento se tiene que:

$$\begin{array}{l} \text{Si } 1800 \text{ g masa} \longrightarrow 100\% \\ \quad 1479 \text{ g pan} \longrightarrow 82,17\% \end{array}$$

Lo cual indica que para elaborar el pan de yuca existe un 82,17% de rendimiento con respecto a la masa inicial y el 17,83% corresponde a pérdidas casi totalmente por evaporación del agua.

COSTOS DE PRODUCCIÓN

Para determinar los costos de producción del “Pan Precocido de Yuca” se procedió a calcular el total del costo experimental para el tratamiento T10, mismo que es igual para los cuatro últimos tratamientos de la investigación, en el siguiente cuadro se aprecia los costos de las materias primas e insumos utilizados en el proceso.

Cuadro N° 77: Costos de producción del pan precocido a nivel experimental en laboratorio

Materias primas e insumos	Costo experimental	
	g	USD
Yuca	682,72	0,23
Harina de trigo	477,9	0,24
Levadura	14,04	0,04
Huevos	140,22	0,16
Queso	175,14	0,44
Mantequilla	159,30	0,21
Leche	175,14	0,11
Sal	3,60	0,003
Azúcar	0,60	0,001
Costos directos	1,43
Costos indirectos	3,00
Total	4,43

En consecuencia como resultado se tiene que para el tratamiento T10 con sus respectivas repeticiones, obtenemos 30 panes, los cuales tendrán un costo de venta equivalente a USD 0,15 por cada unidad de aproximadamente 49 gramos.

CONCLUSIONES

Luego de haber realizado el análisis e interpretación de los resultados en esta investigación, se obtienen las siguientes conclusiones:

- ✓ El desarrollo de esta investigación permitió demostrar que si es posible la elaboración de “Pan precocido de yuca” a base de masa de yuca y harina de trigo.
- ✓ Se comprueba que la hipótesis alternativa, planteada en el proyecto de esta investigación pasa a ser evidente, por cuanto la mezcla de masa de yuca con harina de trigo influyen en la elaboración del pan precocido; mientras que las temperaturas y tiempos de precocción influyen en cierto proceso de la elaboración del pan precocido, que da lugar a la obtención de un producto de buena calidad nutricional.
- ✓ En lo que concierne al porcentaje adecuado de masa de yuca que debe ir en la mezcla se determinó que con el 50% se obtiene mejores

resultados, ya que porcentajes más altos de masa de yuca impiden el desarrollo de las masas de pan, dichos porcentajes altos pueden incurrir, a obtener una masa tenaz; contrario a lo que se desea que es una masa elástica. De igual manera va a influir en el peso y volumen final.

- ✓ Con respecto a la temperatura y tiempo óptimo de precocción, es complicado determinar una temperatura y tiempo exacto para dicho proceso ya que esto depende de ciertos factores, los mismos que se encuentran en constantes variaciones, sin embargo de acuerdo a resultados obtenidos se determinó que lo más indicado es trabajar a una temperatura de 220°C por 10 minutos.

- ✓ En la variable acidez, a pesar que los tratamientos mantuvieron una similar producción de H_2CO_3 , se observó que estadísticamente los tratamientos T9, T10, T11 y T12 (50% masa de yuca) produjeron una mayor cantidad de H_2CO_3 ; siendo el mejor el T10 ya que se mantuvo constante con una mayor

producción de H_2CO_3 , en la mayoría de los tiempos de fermentación de la masa.

- ✓ En la variable de CO_2 , de igual manera los tratamientos mantuvieron una similar producción de CO_2 , pero estadísticamente se observó que los tratamientos T9, T10, T11 y T12 (50% masa de yuca) produjeron una mayor cantidad de CO_2 ; siendo el mejor tratamiento el T9, ya que se mantuvo constante con una mayor producción de CO_2 con respecto a los demás tratamientos en la mayoría de los tiempos durante el proceso de fermentación de la masa.

- ✓ Los tratamientos T10 y T12 obtuvieron valores de peso más altos, tanto en el pan precocido como en el pan final, los mismos que corresponden al 50% de masa de yuca, con una precocción de 200°C y 220°C respectivamente y un tiempo de 15 minutos.

- ✓ En la variable de volumen, para el pan precocido se pudo determinar que los mejores tratamientos

fueron el T11, T12 con el 50% de masa de yuca, 220°C durante 10 y 15 minutos respectivamente; mientras que para el pan final los mejores tratamientos fueron T11 y T9 que corresponden al 50% de masa de yuca con una temperatura de 200°C y 220°C respectivamente y un tiempo de 10 minutos.

- ✓ En la variable peso específico, tanto para el pan precocido como para el pan final se observó que los mejores tratamientos fueron el T11 y T9 que corresponden al 50% de masa de yuca, con una temperatura de 200°C y 220°C y un tiempo de 10 minutos.

- ✓ Analizando estadísticamente cada una de las características organolépticas, se concluye que únicamente la característica de color presenta significancia entre los panelistas, lo que no ocurre con el aroma, sabor, corteza y miga.

- ✓ De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis organoléptico, dentro del cual se evaluaron: color,

aroma, sabor, corteza y miga; se determinó que el tratamiento T11 exhibe un color dorado a ligeramente moreno, al igual que una corteza uniforme sin quemaduras ni hollín; por otra parte el T2 presenta un olor característico y una miga con poros de tamaño uniforme; mientras que el tratamiento T10 presenta un sabor característico al de un producto fresco recién cocido.

- ✓ En lo que respecta a la calidad nutricional del pan precocido y del pan final, se determinó que los dos tratamientos analizados en esta investigación: T10 y T11 contienen un porcentaje considerable de proteína, constituyéndose un producto de alto valor proteínico, lo que conlleva a discernir que al incorporar tanto la harina de trigo como el resto de insumos en la masa de yuca, estos a más de mejorar la masa, contribuyeron en la calidad nutricional del pan, puesto que la yuca tiene un bajo porcentaje de proteína y con la incorporación del trigo y los insumos se incrementó dicho porcentaje.

- ✓ De acuerdo al balance de materiales efectuado en base al tratamiento T10, se determinó que éste presenta un rendimiento panadero del 154,76%; el cual equivale al 82,17% de rendimiento con respecto al peso de la masa formada al inicio del proceso y al peso del pan elaborado al final del mismo.

- ✓ Finalmente realizado el análisis de costos se establece que el “Pan precocido de yuca” tiene un costo unitario de USD 0,15. Por lo tanto la bandeja que contiene 10 panes, aproximadamente de 50g cada pan, costaría USD 1,50. Dicho precio comparado con el de un pan precocido de yuca comercial, resulta mucho menor ya que en el mercado al momento se puede encontrar un pan precocido a un precio de USD 2,17 en cuyo envase hay 12 unidades de aproximadamente 40 g.

RECOMENDACIONES

La presente investigación permite establecer las siguientes recomendaciones:

- ☑ Tanto para la determinación de acidez como para CO_2 , durante el proceso de fermentación se debe trabajar con una mayor cantidad de masa, de esta manera se obtendrá una mayor variabilidad entre los tratamientos.

- ☑ En cada tiempo de fermentación se está generando un cierto porcentaje de las diferentes fermentaciones, por tanto se recomienda realizar la determinación de dichas fermentaciones en posteriores investigaciones.

- ☑ Aplicar la tecnología de la precocción, con la cual los dueños de panaderías y panificadoras bajarían sus costos de producción, desperdicio de materia prima, excedentes de pan, mano de obra en las noches, pérdida de la clientela al no tener pan fresco y caliente en horas pico, con el siguiente

procesamiento para la elaboración de pan especial sin conservantes químicos.

- Se realice nuevas investigaciones en pan precocido, aplicando otros derivados de la yuca como: harina o almidón.

- Se amplió a nivel industrial la gama de productos alimenticios que tengan como base la yuca tales como: galletas, tortas, licores, fideos, snacks, entre otros.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA DE TEXTO

1. ALARCÓN F (2004). Almidón Agrio de Yuca; Colombia.
2. BRAVERMAN J (1980). Introducción a la Bioquímica de Alimentos; México.
3. HATHEWS C.K. (1998). Bioquímica.
4. JESÚS CALAVERAS (1996). Tratado de Panificación y Bollería; España.
5. TERRANOVA (1995). Producción Agrícola 2 (La yuca); Colombia.
6. VELASTEGUI (1992). El cultivo de la yuca en el Ecuador.
7. W. C. FRAZIER Y D. C. WESTHOFF (1993). Microbiología de los Alimentos; España.

BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET

1. http://www.ciat.cgiar.org/agroempresas/sistema_yuca/cosecha.h (1 Agosto 2007).
2. <http://www.clayuca.org/manejo.htm> (1 Agosto 2007).

3. http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender_a_comer_bien/guia_alimentos/legumbres_y_tuberculos.htm. (7 Junio 2006).
4. <http://www.franciscotejero.com/tecnica/precoccion/guia/20practica.htm>. (11 Septiembre 2006).
5. <http://www.fao.org.ec> (19 Septiembre 2006).
6. <http://www.mandioca.com.ve/productos.asp> (1 Agosto 2007).
7. http://www.mercanet.cnp.gov.cv/Desarrollo_Agroind/documentospdf/yucaFTP.pdf (1 Agosto 2007).
8. http://www.mipunto.com/venezuelavirtual/temas/1er_trimestre04/la_yuca.htm. (19 Septiembre 2006).
9. <http://www.panadería.com/informes/consumo.htm> (1 Agosto 2007).
10. <http://www.sica.gov.ec/cadenas/yuca/docs/situacion.htm>. (19 Septiembre 2006).
11. http://www.wikipedia.org/wiki/pan_alimento (17 Junio 2007).

NORMAS

1. NORMA INEN 95 (Pan común).
2. NORMA INEN 96 (Pan especial).