

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DEL RECICLADO DE DESPERDICIO
EN UNA PANIFICADORA INDUSTRIAL**

TESIS

**PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR**

ZULMA LISSETH REYES MUÑOZ

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERA QUÍMICA**

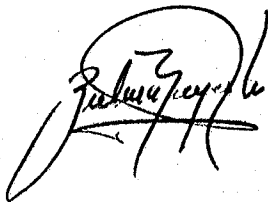
GUATEMALA, MARZO DE 1,999.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

**ESTUDIO DEL RECICLADO DE DESPERDICIO
EN UNA PANIFICADORA INDUSTRIAL.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha de 20 de mayo de 1998.



Zulma Lisseth Reyes Muñoz

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	ING. HERBERT RENÉ MIRANDA BARRIOS
VOCAL 1o.:	ING. JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ RIVERA
VOCAL 2o.:	ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ
VOCAL 3o.:	ING. JORGE BENJAMÍN GUTIÉRREZ QUINTANA
VOCAL 4o.:	BR. DIMAS ALFREDO CARRANZA BARRERA
VOCAL 5o.:	BR. JOSÉ ENRIQUE LÓPEZ BARRIOS
SECRETARIA:	INGA. GILDA MARINA CASTELLANOS DE ILLESCAS

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	ING. JULIO ISMAEL GONZÁLEZ PODSZUECK
EXAMINADOR:	ING. WILLIAMS GUILLERMO ALVAREZ
EXAMINADOR:	ING. OTTO RAÚL DE LEÓN DE PAZ
EXAMINADOR:	ING. JULIO RIVERA PALACIOS
SECRETARIO:	ING. FRANCISCO JAVIER GONZÁLEZ LÓPEZ

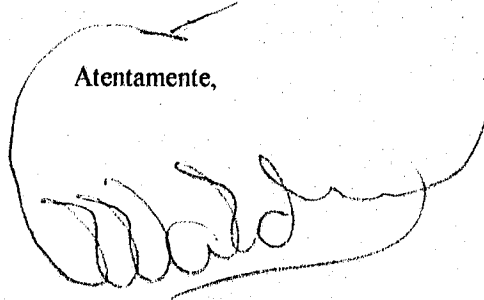
Guatemala,
20 de noviembre de 1998

Ing. Julio Chávez
Director de Escuela de Ing. Química
Facultad de Ingeniería
USAC
Presente

Estimada Ing. Chávez:

He revisado el trabajo de tesis titulado Estudio del Reciclado de Desperdicio de Pan, elaborado por la señorita Zulma Lisseth Reyes Muñoz y me parece bien, por lo que extiendo la presente como constancia de la revisión y aprobación por mi parte del mismo.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Mario Valdez', written in a cursive style. The signature is enclosed within a large, hand-drawn oval shape.

Ing. Mario Valdez



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, 25 de noviembre de 1,998

Ingeniero
Julio Chávez Montúfar
Director Escuela Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Presente.

Estimado Ingeniero Chávez.

Por medio de la presente me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que he revisado el Informe Final Tesis de la estudiante ZULMA LISSTH REYES MUÑOZ, carnet No. 91-12870, titulado: ESTUDIO DEL RECICLADO DE DESPERDICIO EN UNA PANIFICADORA INDUSTRIAL, dejo constancia de aprobación para la autorización del respectivo trabajo.

Sin otro particular y agradeciéndole la atención que se sirva dar a la presente, le saluda.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

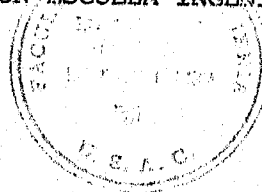
Ing. Hilda Palma de Martíni
REVISORA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Química; Ingeniero Otto Raúl de León de Paz, después de conocer el dictamen del asesor con el Visto Bueno del Jefe de Departamento, al trabajo de Tesis de la estudiante, Zulma Lisseth Reyes Muñoz titulado: **ESTUDIO DEL RECICLADO DE DESPERDICIO EN UNA PANIFICADORA INDUSTRIAL**, procede a la autorización del mismo.


Ing. Otto Raúl de León de Paz
DIRECTOR ESCUELA INGENIERIA QUIMICA



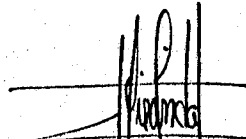
Guatemala, 10 de marzo de 1,999.

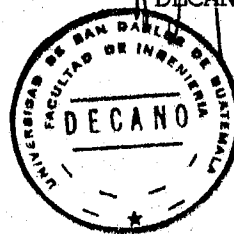


FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de tesis titulado: **ESTUDIO DEL RECICLADO DE DESPERDICIO EN UNA PANIFICADORA INDUSTRIAL** de la estudiante **Zulma Lisseth Reyes Muñoz**, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:


Ing. Herbert René Miranda Barrios
DECANO



Guatemala, 10 de marzo de 1,999.

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Centro de mi vida y fuente de sabiduría, entendimiento y fortaleza, sin lo cual no hubiera culminado mi carrera.

A LA VIRGEN MARÍA

Ejemplo y guía en mi camino recorrido y por recorrer.

A MIS PADRES

Miguel Ángel Reyes Ramírez
Ernestina Rosa Muñoz de Reyes
Por apoyarme y animarme siempre a seguir adelante incondicionalmente, con amor y gratitud sincera.

A MIS HERMANOS

Erwin Ardany y Nubia Iracema
Con mucho cariño por recorrer conmigo el mismo camino. Adelante.

A MIS AMIGAS
DE CARRERA

Jessica, Synthia, Paula, Rosita e Ingrid
Por estar conmigo en los buenos y malos momentos.
Éxitos en su vida profesional

AL RESTO DE AMIGOS:

En especial a *Ilsee, Susana, Gerson y Ma.Teresa*. Con especial cariño, por confiar siempre en mí.

A PANIFICA

En especial a *Ing. Juan Carlos Paiz* por depositar su confianza en mí y permitir elaborar mi punto en la empresa.

A MI ASESOR:

Ing. Mario Valdez
Gratitud sincera por todo el apoyo brindado.

A TODA MI FAMILIA:

Con mucho aprecio.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	iii
GLOSARIO	v
RESUMEN	vi
INTRODUCCIÓN	vii
1. ANTECEDENTES	1
1.1 Principales ingredientes	1
1.1.1. Harina	3
1.1.2. Agua	4
1.1.3. Levadura	4
1.1.4. Azúcar	4
1.1.5. Sal	4
1.1.6. Manteca	5
1.1.7. Gluten	5
1.1.8. Suavizadores de miga	5
1.1.9. Agentes maduradores	5
1.1.10. Conservantes	6
1.2 Calidad de los alimentos	6
1.2.1 Características de calidad de los alimentos	6
1.2.2 Evaluación sensorial	6

1.3	Proceso de panificación	7
1.4	Aspectos económicos	11
1.4.1	Punto de equilibrio	11
2.	RESULTADOS	14
3.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	19
	CONCLUSIONES	21
	RECOMENDACIONES	22
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
	BIBLIOGRAFÍA	25
	APÉNDICE 1	
	Balance de masa en el proceso de panificación	26
	APÉNDICE 2	
	Análisis de costos	28
	APÉNDICE 3	
	Análisis estadístico	33
	ANEXO 1	
	Análisis organoléptico	40

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Número	Título	Pág
1	Diagrama de flujo del proceso	10
2	Método gráfico punto de equilibrio	12
3	Punto de equilibrio (0 lbs. recic.)	16
4	Punto de equilibrio (5 lbs. recic.)	17
5	Punto de equilibrio (10 lbs. recic.)	18

TABLAS

Número	Nombre	Pág
I	Análisis organolépticos	14
II	Análisis microbiológicos	14
III	Análisis de costos	15
IV	Balance de masa	27
V	Costos (Q./unidad)	31
VI	Costos totales (Q. / unidad)	32
VII	Recuento Total (X)	35
VIII	Recuento Total (X ²)	36
IX	Esporoformadores (X)	36
X	Esporoformadores (X ²)	37
XI	Mohos y Levaduras (X)	37
XII	Mohos y Levaduras (X ²)	38
XIII	DHS	38
XIV	Diferencia entre medias (recuento total)	39
XV	Diferencia entre medias (esporoformadores)	39
XVI	Diferencia entre medias (mohos y levaduras)	39

GLOSARIO

Amilasa	Enzima hidrolítica que se encuentra en la malta y que transforma al almidón en maltosa.
Análisis microbiológico	Es el conteo de los microorganismos perjudiciales contenidos en el producto.
Análisis organoléptico	Son las pruebas orientadas a los sentidos y realizadas a un producto, en donde el ser humano define determinadas características en términos de sensaciones.
Fermentación	Oxidación anaeróbica de compuestos por acción enzimática de microorganismos. El oxígeno se difunde de las burbujas al medio acuoso y a los microorganismos en suspensión.
Gluten	Sustancia de reserva protéica de los vegetales formada en su mayor parte de glutelinas.
Masa	Mezcla de harina, agua, levadura etc. para hacer pan.
Optimización	Método para determinar los valores de las variables que hacen que el rendimiento de un proceso o un sistema sea el máximo.
Productividad	Capacidad o grado de producción por unidad de trabajo, equipo industrial, etc.
Proteasa	Enzima del grupo de las hidrolasas, generalmente con misiones digestivas que es específica para la hidrólisis de las proteínas y de los péptidos. Las más características son la pepsina y la tripsina.

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se estableció la cantidad máxima y óptima para reciclar desperdicio de pan en la línea de producción del mismo mediante análisis organolépticos, microbiológicos y económicos.

Dichos análisis fueron realizados mediante pruebas experimentales y aplicando métodos estadísticos e ingenieriles, tal como el método de punto de equilibrio para el análisis económico, la prueba de diferencia y similitud para el organoléptico y recuento total, coliformes, esporoformadores y mohos y levaduras para el microbiológico. De acuerdo a los resultados obtenidos se concluyó que es factible y beneficioso el reciclado de 10 lbs. de desperdicio de pan como máximo, siendo necesario hacer un estudio de vida de anaquel para complementar éste que se hizo en condiciones frescas y uno de comparación económica con el uso que actualmente se le da al desperdicio para tomar una mejor decisión al respecto.

INTRODUCCIÓN

Hasta ahora, en Guatemala, la rama de la panificación se ha trabajado como artesanía y empleando una técnica de tipo tradicional, tanto por los conocimientos empíricos como por los instrumentos rústicos con que trabajan (Ref. # 1, pág. 12). La comercialización de sus productos también se hace sin bases técnicas ni conocimientos que les permitan lograr un mayor desarrollo y participación en un mercado de competencia. (Ref. #2, pág 38) Es por ello que decimos que la industria panificadora en Guatemala, actualmente comienza a participar y a desarrollarse técnicamente; de aquí la necesidad de hacer un estudio que amplíe la información existente en la rama.

Se dice, generalmente, que el pan es una mezcla; en su mayor parte de harina y agua. Sin embargo, contiene otros ingredientes importantes para su elaboración como la levadura, azúcar, sal, manteca, saborizantes, suavizadores y otros. De aquí la importancia de la participación del ingeniero en dicha rama, pues además de establecer parámetros de calidad para proporcionar al cliente un pan con vida de estantería duradera y de buena calidad, es necesario la optimización del proceso.

La optimización del proceso consiste en utilizar de la mejor forma posible los recursos existentes para obtener el mayor resultado y menor gasto en esfuerzo y dinero; por ello, en la industria panificadora se ha optimizado el desperdicio de pan estableciendo bonos de productividad al trabajador obrero, para explotar al máximo las capacidades del recurso humano, haciendo cambios estratégicos en la maquinaria y por último falta encontrar la mejor utilidad al desperdicio aún existente.

Se sabe que en las panaderías industriales el desperdicio es utilizado como miga y no como producto reciclable, por esta razón es necesario el estudio del reciclado de dicho pan para motivos de comparación económica con el de miga y elegir de esta forma el más conveniente para la empresa. Ésto se hizo, primero determinando la cantidad apropiada a reciclar sin variar los parámetros de calidad establecidos, para lo cual se realizaron pruebas experimentales y análisis microbiológicos y organolépticos; y segundo haciendo un análisis económico mediante conocimientos en ingeniería de la producción, aplicando el método de punto de equilibrio con el cual se observó la disminución de costos y aumento de utilidades para la empresa.

1. ANTECEDENTES

El pan se ha convertido a través de los años en un producto primordial para el ser humano, debido principalmente, a que contiene una cantidad de elementos importantes para la nutrición, tales como los hidratos de carbono que proporcionan energía y calor al cuerpo, proteínas, sales minerales como sales de fósforo, potasio, sodio, azufre, magnesio, cloro, calcio y hierro y algunas vitaminas que se encuentran en el germen y en la corteza del grano de trigo y que son importantes para el organismo humano. Se cree que el pan tuvo su origen en Asia Menor y que en Grecia nació la primera panadería alrededor del siglo V antes de nuestra era. (Ref. #3, Pág. 8)

1.1 Principales ingredientes

1.1.1 Harina

Es el ingrediente de mayor proporción en la elaboración del pan. Debe tener alta absorción, color brillante, uniformidad, tolerancia para el proceso y proteínas (amilasa y proteasa). Buena tenacidad y elasticidad.

Más que cualquier otro ingrediente la harina de trigo afecta el resultado durante el procesamiento de la mayoría de las masas y determina la calidad final de los productos horneados. Para tener resultados satisfactorios, la harina debe ser uniforme, de uno a otro saco y de uno a otro embarque. Existen dos tipos de harina: La harina suave de trigos blandos, que se prefiere para galletas y bizcochos y la harina dura de trigos duros que tiene un contenido de proteínas más alto y se adecúa mejor al pan y panecillos.

Parámetros que deben considerarse para la harina dura

- **Crecimiento de la masa**
Se define como la formación en la masa de una matriz de gluten-almidón (el trigo es el único grano que forma gluten cuando se mezcla la harina con el agua). Para que el pan tenga la suavidad y delicadeza que los clientes desean, es necesario que la masa se procese como corresponde.

- **Manejo de la masa**
Las características de manejo son las propiedades que tiene una masa entre la mezcladora y la moldeadora. En estas etapas del proceso, la masa puede ser demasiado compacta, demasiado blanda o estar en punto. Una masa elástica, que puede extenderse, se deslizará fácilmente y formará una miga uniforme.

- **Volumen de la hogaza**
El volumen de la hogaza es el espacio ocupado por un pan. Puede verse como una medida final de la calidad de las características de panificación en el producto terminado.

- **Absorción de agua en la masa**
Es la cantidad de agua que la masa puede incorporar para producir una hogaza de óptima calidad. La absorción es una preocupación fundamental de un panadero, dado que una reducción en la absorción significa una pérdida en el rendimiento. Asimismo, la pérdida de absorción reducirá el tiempo que el producto permanezca fresco.

- Resistencia del gluten

Es común que un panadero produzca todos sus panes con alto grado de fibra con la misma harina patentada. Los panaderos se ven obligados cada vez más a producir pan de masas más grandes, a mayor velocidad y con menos empleados que trabajan en la línea de producción. Estos factores contribuyen a dañar considerablemente el gluten. Por lo tanto, la harina debe poseer un gluten con buena resistencia para responder a las necesidades actuales y futuras del panadero.

- Consistencia de la harina

La mayoría de los panaderos consideran que este parámetro sirve de base a todos los otros discutidos anteriormente. Las deficiencias en los demás parámetros pueden resolverse en forma tangible mediante ajustes en la fórmula y en los procesos de elaboración.

(Ref. #4)

1.1.2 Agua

El agua es el ingrediente más barato e importante para la elaboración de pan. Cuando el agua tiene alcalinidad retarda el proceso de fermentación por lo que debe neutralizarse con un ácido orgánico o una sal ácida como el ácido acético, fumárico, láctico o fosfato monocálcico. Podría añadirse más levadura pero esto provoca mucha oxidación prefiriéndose neutralizar el agua. Es determinante en las condiciones reológicas de la masa.

1.1.3 Levadura

En las panaderías modernas se mezclan cultivos puros de cepas seleccionadas de Saccharomyces cerevisiae a la masa. Las características principales en este tipo de levadura destinada comercialmente para horneado son la capacidad de fermentar vigorosamente el azúcar de la pasta y de esponjar rápidamente. El dióxido de carbono que se produce durante la fermentación causa el esponjamiento. (Ref.#5, pág 741). Su presentación es generalmente de dos tipos:

- A. Levadura seca (deshidratada) empacada al vacío, de larga vida (1.5 a 2 años).
- B. Levadura hidratada de corta duración y con almacenamiento refrigerado.

1.1.4 Azúcar

Es un carbohidrato fermentable que sirve de alimento a la levadura en el proceso de fermentación además de contribuir al proceso de caramelización y sabor del pan como un edulcorante. El azúcar más común es la sacarosa (Glucosa-Fructosa).

1.1.5 Sal

Contribuye al sabor del pan, fortalece el gluten y retarda o estabiliza el proceso de fermentación. Debe regularse bien durante el proceso.

1.1.6 Manteca

Es un lípido de origen animal o vegetal que sirve para impartirle textura y sabor al pan, contribuye a la formación del poro. La grasa animal da mayor plasticidad al pan pero altera el sabor y su costo es alto. La grasa vegetal es más manejable y de menor costo.

1.1.7 Gluten

Es el resultado de la mezcla de agua, glutenina y gliadina (proteínas que tiene la harina) por eso es considerado como una proteína natural del trigo. Retiene el gas en la masa contribuyendo a una buena preparación de la mojada, a un buen volumen del pan, rigidez adecuada y al endurecimiento de la capa externa del pan. Ayuda también a proporcionar una buena estructura al pan.

1.1.8 Suavizadores de miga

Son emulsionantes empleados para estabilizar mezclas de aceite en agua, agua en aceite, gas en líquido y gas en sólido. Además de emulsionantes de origen natural como lecitina están los de origen sintético, mono y diglicéridos y sus derivados. Dan una buena suavidad al pan.

1.1.9 Agentes maduradores

Los agentes oxidantes bromados y yodados se usan para acondicionar la masa para el pan. Ayudan en la formación de la estructura del pan.

1.1.10 Preservantes

El preservante más utilizado en la elaboración del pan es el propionato de calcio, inhibe la presencia de mohos y bacterias comunes al pan.

1.2 Calidad de los alimentos

1.2.1 Características de calidad de los alimentos

(a) Características físicas Son atributos que se describen en términos de sensaciones y se llaman características cualitativas sensoriales y organolépticas tales como aroma, color, sabor, textura, sensación en la boca, viscosidad etc. Se deben definir los atributos del producto que se consideran críticos para la satisfacción del consumidor.

(b) Características no visibles Estas son: valor nutritivo y seguridad microbiana y pueden medirse a través de análisis químicos especiales o análisis proximal. Con éste último se puede determinar la cantidad de grasa, % de proteínas, % de cenizas (sales minerales) y por diferencia % de carbohidratos
(Ref. #6, pág 25-49)

1.2.2 Evaluación sensorial

Es una disciplina científica que se utiliza para medir las características propias de los alimentos a través de los sentidos. (Ref. #7)

En general se dividen en

1. Pruebas dirigidas al producto (panelistas entrenados)
 - Pruebas de diferencia y similitud
 - Pruebas de ordenamiento para evaluar intensidad
 - Pruebas de evaluación de intensidad con escalas

2. Pruebas dirigidas al consumidor (panelistas sin entrenar)
 - Pruebas de preferencia
 - Pruebas de aceptabilidad
 - Pruebas hedónicas (cuánto agrada o desagrada un producto)

1.3 Proceso de panificación

(a) Preparación de la esponja por medio de mezcla

La esponja es una premezcla de ingredientes (200 lbs. de harina y otros) hecha durante 10 minutos y que se deja en prefermentación durante 1 hora; debe alcanzar una temperatura entre 77–82 F

(b) Preparación de la mojada por medio de mezcla

Luego de la prefermentación de la esponja (1 hora) se mezcla nuevamente durante 10 minutos; debe alcanzar una temperatura entre 77-82 F

(c) Moldeado de la masa

La masa pasa por una cilindradora haciendo un bastón que luego es cortado por la divisora con un peso en crudo de 547 g (depende del tipo de pan a realizar)

(d) Fermentación de la masa

Los moldes se introducen al cuarto de fermentación en donde se mantiene una humedad de 96-100% y una temperatura de 100-106 C durante 1 hora.

(e) Cocimiento del pan

Se ingresan los moldes al horno el cual está dividido en cuatro zonas de temperaturas que son (415-425-394-415 F) a determinada velocidad durante aproximadamente 20 a 25 minutos.

(f) Enfriamiento

El pan saliendo del horno pasa al sistema de enfriamiento que son bandas transportadoras que llegan al área de empaque.

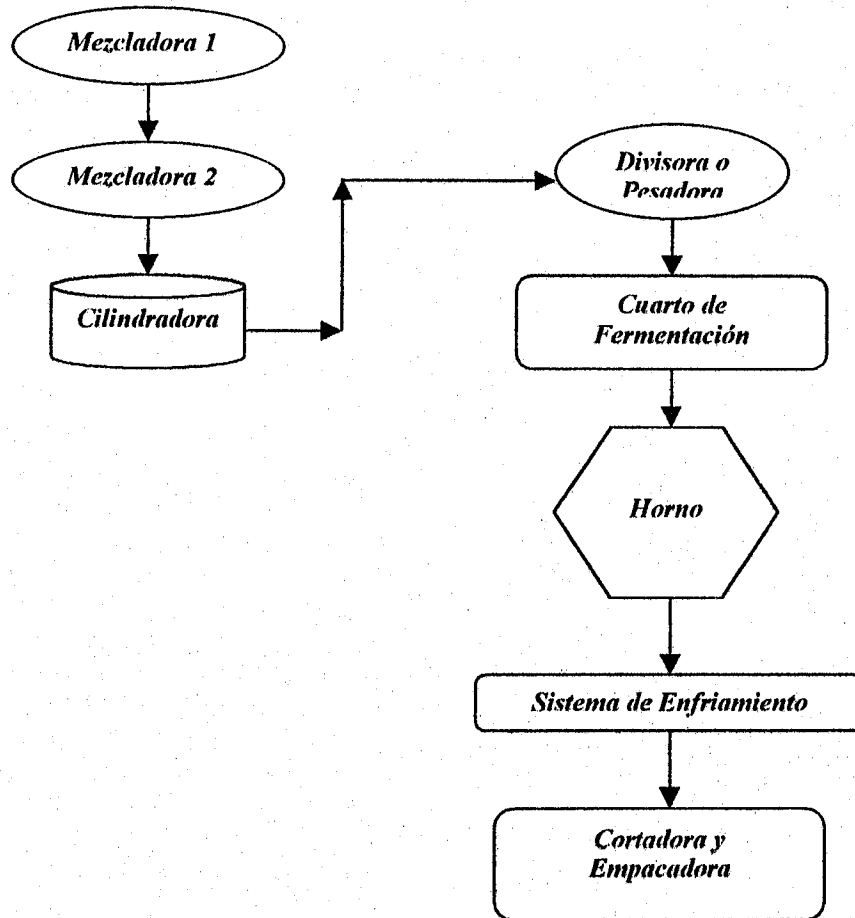
(g) Empaque

Por medio de máquinas empacadoras el pan es empacado en bolsas plásticas que son selladas con kwick lock.

El equipo utilizado en la industria panificadora se detalla a continuación:

- ◆ Dos mezcladoras marca Sartoriva, Vicenza Italia, motor de 5 HP
- ◆ Dos máquinas cilindradoras, cada una con un motor de 5 HP
- ◆ Una máquina divisora o Pan-O-Mat, motor de 5 HP
- ◆ Bandas transportadoras reencauchadas de presión, motor de 1.5 HP
- ◆ Caldera de vapor marca McDonell & Miller, Chicago 20 HP o HV
- ◆ Máquina engrasadora de moldes con su banda transportadora.
- ◆ Horno circular de parrillas de hierro, tiene 10 flautas de hierro galvanizado, 6 flautas de bronce, 2 quemadores marca Suntec para distribuir gas en las toberas y 2 motores de 3HP y 1HP.
- ◆ Semilladora móvil con transportador de acero inoxidable incorporado, motor de ½ HP.
- ◆ Un transportador de rodillos a la salida del horno, motor 1/3 HP.
- ◆ Un transportador de acero inoxidable antes de depanner, motor ½ HP.
- ◆ Depanner, motor 1.5 HP
- ◆ Transportador de acero inoxidable al final de la línea de moldes vacíos, dos motores de ½ HP y 1/3 HP
- ◆ Una máquina rodajadora o cortadora y de empaque marca UBE (United Bakery Equipment) con 2 motores de 1 HP c/u
- ◆ Máquina fechadora y de cierre con clip de plástico marca Kwik Lok, motor incorporado de 1/8 HP

Figura 1
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO



En la figura anterior aparecen:

- ◆ Dos mezcladoras relativamente iguales pero que se utiliza una para la esponja y otra para la mojada
- ◆ La cilindradora que es parte del moldeo de la masa
- ◆ La divisora o pesadora que corta la masa con el peso establecido
- ◆ El cuarto de fermentación en donde se lleva a cabo el crecimiento de la masa
- ◆ El sistema de enfriamiento que puede ser al ambiente
- ◆ Y empacadora como último paso para la presentación del pan a la venta

I.4 Aspectos económicos

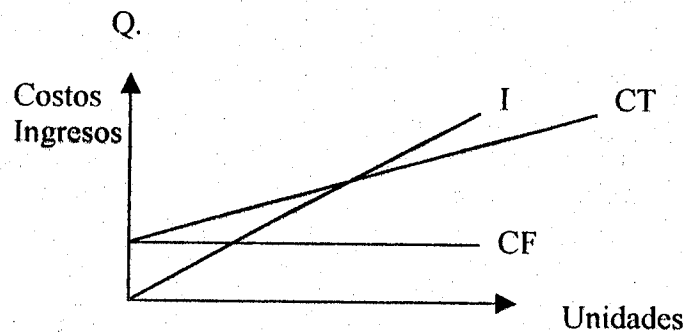
1.4.1 Punto de equilibrio

Es el momento en el cual la empresa se encuentra produciendo sin pérdidas y sin ganancias, es decir el punto donde los costos son iguales a los ingresos. También se le conoce como punto muerto, neutro o crítico.

Para trabajar el punto de equilibrio existen varios métodos tales como el gráfico y el analítico que son los más comunes. El método gráfico consiste en graficar costos e ingresos vrs. Unidades producidas y el punto de equilibrio se localiza en la intersección de los ingresos obtenidos por ventas y los costos totales, teniendo dos expresiones:

1. En unidades indica el número mínimo de unidades para estar en equilibrio.
2. En ingresos indica el monto mínimo de dinero que hay que obtener por concepto de ventas para estar en equilibrio.

Figura 2
MÉTODO GRÁFICO PUNTO DE EQUILIBRIO



Fuente: (Ref. #8, pág 185)

Donde:

I = Ingresos
CT = Costos totales
CF = Costos fijos

Los costos totales constan de costos fijos y costos variables. Entre los costos fijos entran renta, interés, seguros, depreciación, impuestos (propiedad), presupuesto de publicidad, servicios técnicos y salarios de ejecutivos. Entre los costos variables están regalías, desperdicio, empaquetado o empaque, mantenimiento, mano de obra directa, materia prima, suministros directos, supervisión directa, comisiones de venta.

Causas que hacen variar el punto de equilibrio:

1. Los cambios en el volumen: afecta el margen de utilidades sin que varíe el punto de equilibrio y la tasa marginal.

2. **Los cambios en el conjunto de productos: varían las utilidades, el punto de equilibrio y el margen de contribución.**
3. **Cambios en la ejecución del trabajo en la utilización de materiales: afecta las utilidades, el punto de equilibrio y el margen de contribución.**
4. **Cambios en los costos fijos: afecta las utilidades y el punto de equilibrio.**
5. **Cambios en los precios de venta: afecta las utilidades, el punto de equilibrio y el margen de contribución.**

(Ref. #9 y # 8)

2. RESULTADOS

TABLA I

ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS

Muestra	# Personas que SI encontraron diferencia	# Personas que NO encontraron diferencia	Total de Pruebas
15 lbs.	3	11	14
10 lbs.	2	10	12
05 lbs.	4	12	16

De acuerdo al análisis estadístico, el número de personas que sí encontró la diferencia no es significativo.

TABLA II

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Muestra	Recuento Total	Coliformes	E. Coli	Esporoformadores	Mohos y Levaduras
15 lbs.	300 UFC/g	10 UFC/g	Negativo	700 UFC/g	20 UFC/g
10 lbs.	200 UFC/g	<10 UFC/g	Negativo	50 UFC/g	10 UFC/g
05 lbs.	100 UFC/g	<10 UFC/g	Negativo	20 UFC/g	10 UFC/g
0 lbs.	100 UFC/g	<10 UFC/g	Negativo	16 UFC/g	10 UFC/g
Lím. Máximos recomendados	500 UFC/g	10 UFC/g	Negativo	50 UFC/g	10 UFC/g

La muestra de 15 libras se elimina automáticamente pues sobrepasa los límites máximos recomendados.

TABLA III
ANÁLISIS DE COSTOS

Muestra	Rendimiento (Panes/Masa)	Costos totales	Ingresos
10 lbs.	270	528.8382	1053.00
05 lbs.	267	531.8504	1041.30
0 lbs.	263	533.2667	1025.70

Correlaciones encontradas:

Para 10 lbs: $y = 3.9 x$ (Ingresos)
 $Y = 124.33 + 1.498185185 x$ (Costos totales)

Para 5 lbs: $y = 3.9 x$ (Ingresos)
 $Y = 1.5236 x + 125.04$ (Costos totales)

Para 0 lbs: $y = 3.9 x$ (Ingresos)
 $Y = 125.8 + 1.5493 x$ (Costos totales)

Figura 3
PUNTO DE EQUILIBRIO (0 lbs. recic.)

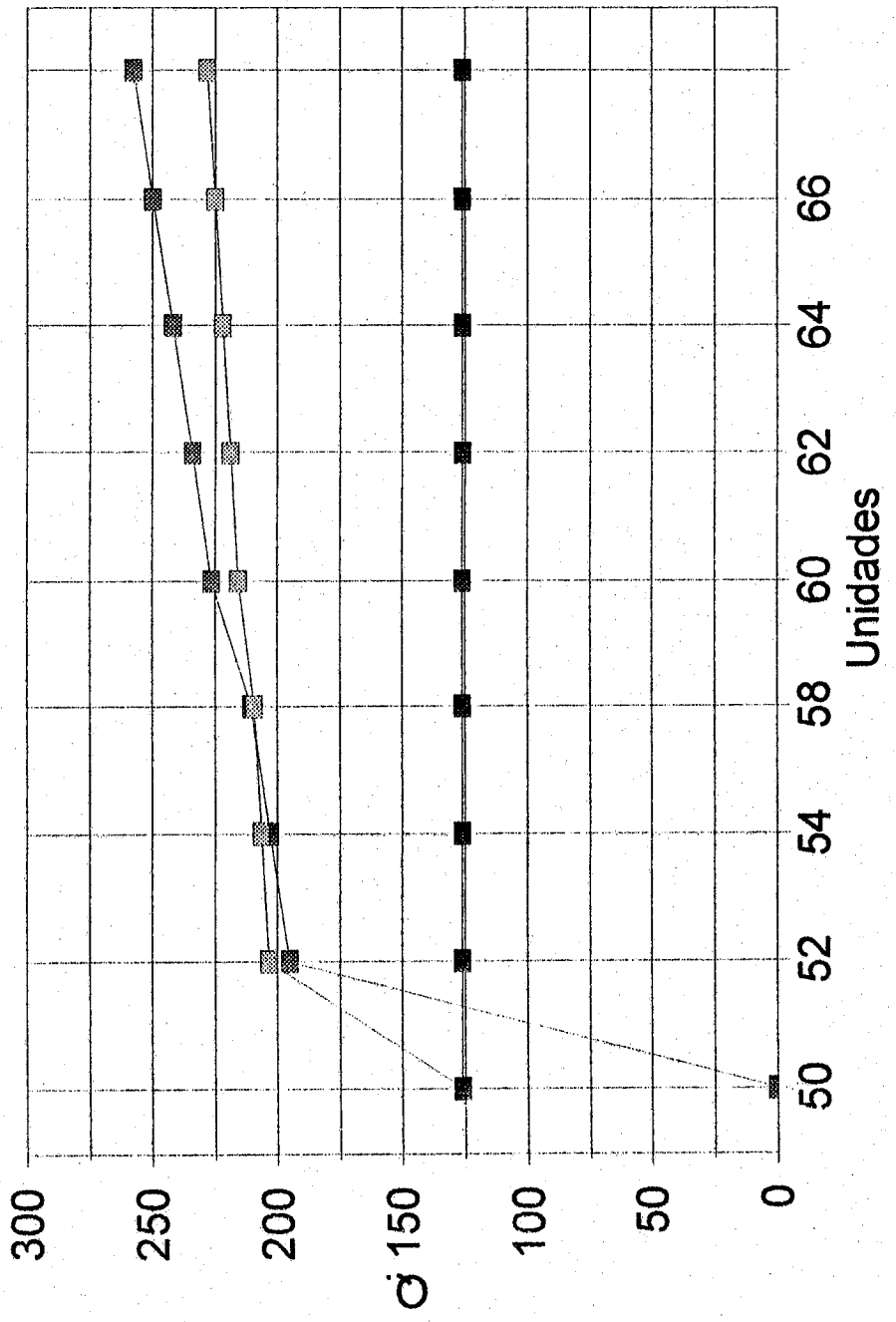


Figura 4
PUNTO DE EQUILIBRIO (5 lbs. recic.)

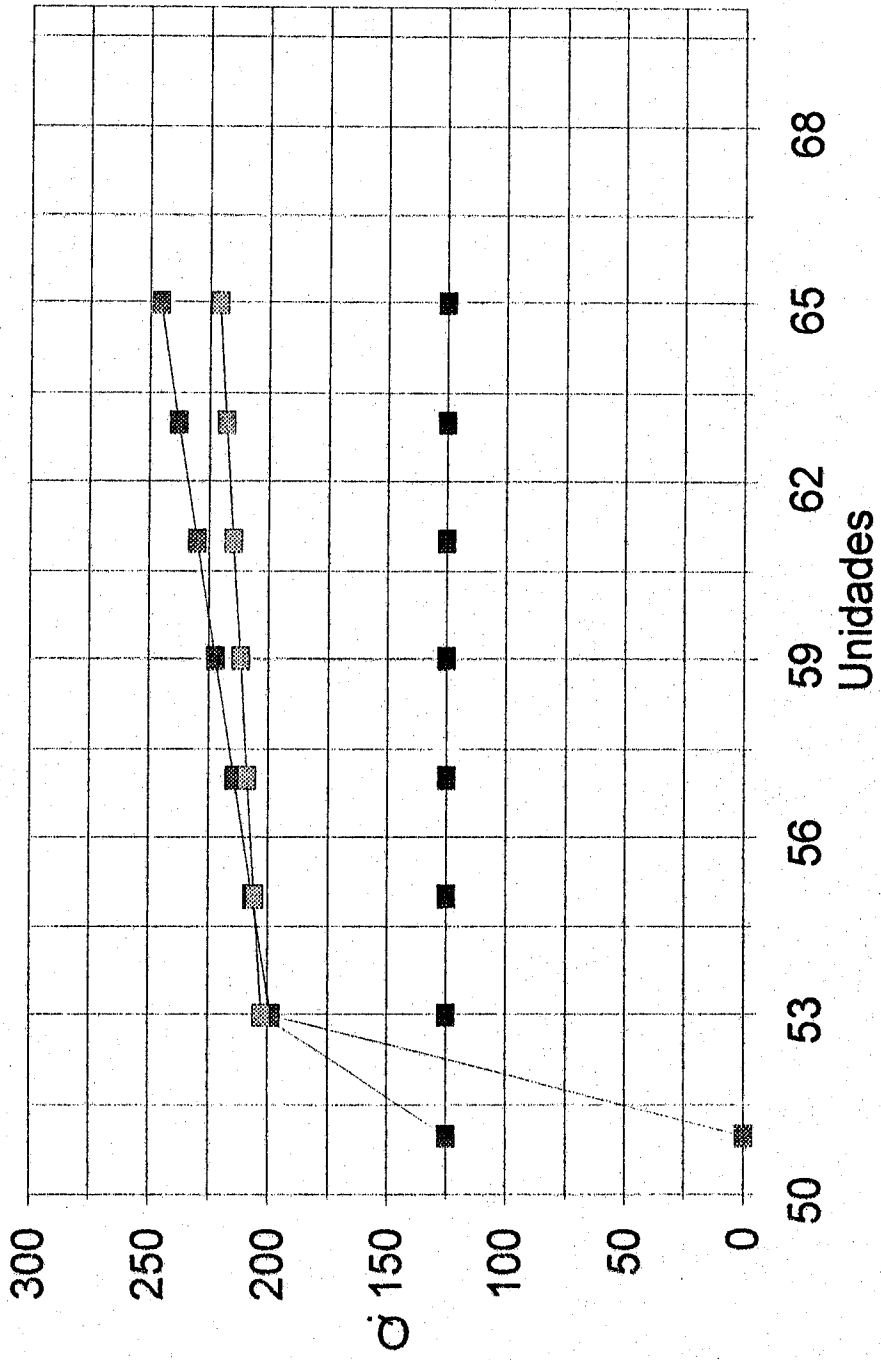
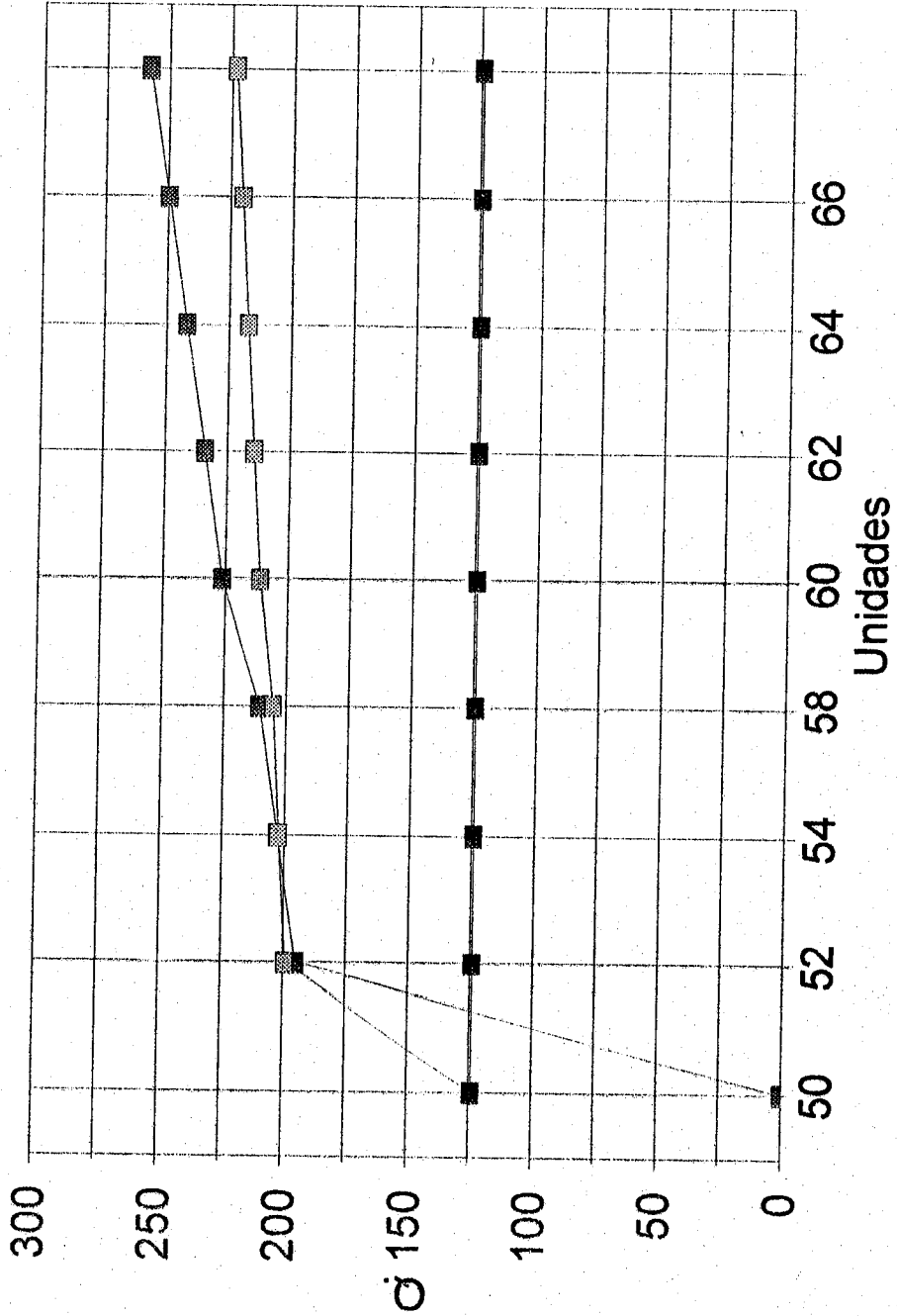


Figura 5
PUNTO DE EQUILIBRIO (10 lbs. recic.)



3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para establecer la cantidad óptima del pan a reciclar sin alterar la calidad del mismo se hicieron análisis organolépticos a través de pruebas de diferencia y similitud dirigidas al consumidor, utilizando el formato que aparece en el anexo 7.2. Se utilizó un universo de 42 personas y por medio de una tabla estadística se determinó que el número de personas que encontró la diferencia no fue significativo. (Ref. # 10, pág. 123) Con esto se pudo concluir que se pueden reciclar hasta 15 lbs. de miga que, organolépticamente hablando la diferencia no es perceptible para el cliente en un pan fresco.

Se enviaron muestras de pan a dos determinados laboratorios para análisis microbiológicos, estableciendo primero la calidad y confiabilidad del laboratorio, se hicieron 5 corridas siendo los resultados promedio los que se muestran en la tabla II de la sección resultados; de aquí se eliminó automáticamente el reciclado de 15 lbs. puesto que sobrepasó los límites recomendados. Se hizo un análisis estadístico, prueba de Tukey o DHS (Diferencia Honestamente Significativa) que se puede observar en el anexo 7.4, el cual consiste en que una diferencia entre dos medias es significativa a un nivel alfa si es igual o mayor que DHS. Se estableció el nivel alfa de 0.01 y se encontró que efectivamente las diferencias entre grupos de muestras son significativas pero entran dentro del límite microbiológico aceptable excepto el reciclado de 15 lbs., por lo que se concluyó que la cantidad máxima recomendada a reciclar son 10 lbs para no sobrepasar los límites o parámetros de calidad.

Por último se realizó el análisis de costos, el cual se muestra en el anexo 7.3, se correlacionaron los datos y se graficaron obteniendo los puntos de equilibrio para las tres muestras analizadas (10, 5 y 0 lbs de reciclado) ver sección resultados. Dichos puntos fueron para 10 lbs de reciclado 52, es decir que con la venta de 52 panes no hay utilidad ni pérdidas y para 0 lbs de reciclado 54, es decir que, económicamente hablando es conveniente para la empresa el reciclado de 10 lbs. puesto que disminuye el punto de equilibrio en dos panes por masa hecha, obteniendo una utilidad mayor a menor cantidad de panes vendidos.

Es recomendable que se haga un análisis económico comparativo de otros usos dados a la miga y hacer un estudio de vida de anaquel, pues éste se basó en pan fresco.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los análisis organolépticos es factible el reciclado de desperdicio de pan hasta de 15 lbs. por masa, que la diferencia en sabor en pan fresco no es significativa; sin embargo, con los análisis microbiológicos se determinó que la cantidad máxima recomendada a reciclar son 10 lbs para no sobrepasar los límites o parámetros de calidad.
2. Con los análisis de costos y análisis microbiológicos se puede concluir que es factible y conveniente para la industria panificadora reciclar 10 lbs. de pan desperdiciado obteniendo mayor utilidad y menores costos.

RECOMENDACIONES

1. Es importante hacer un estudio de vida de anaquel del producto terminado con las cantidades de reciclado estipuladas para completar esta investigación.
2. Estudiar las condiciones de almacenaje del desperdicio de pan, pues esta tesis se limita a desperdicio fresco.
3. Es de suma importancia para la adecuada toma de decisiones respecto a la utilidad del desperdicio hacer un estudio económico comparativo con otros usos que puedan darse al mismo.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Calvin Haroldo Gudiel López, Evolución del sector microempresarial (rama panificación) Depto. Suchitepéquez. Análisis financiero. EPS. Facultad de Ciencias Económicas. (Guatemala: USAC, 1995) p. 12
2. José Ernesto Cabrera Cuellar, Evolución del sector microempresarial (rama panadería) Depto. Suchitepéquez. Comercialización. EPS, Facultad de Ciencias Económicas. (Guatemala: USAC, 1995), p. 38
3. Sonia Iglesias y Cabrera, **La cultura del Pan.** (México: Dirección General de Culturas Populares, 1985), V.1 pp. 5-12
4. Dennis Tully. **Panificación de las harinas de trigos canadienses.** Guatemala 23 de abril de 1998. Exposición por Instituto Canadiense Internacional de Granos Winnipeg, Canadá Programa sobre molienda para América Central.
5. Michael Pelczar y otros. **Microbiología.** (4ta. Edición, México: Editorial McGraw-Hill, 1982), pp. 712, 741
6. Centro de Comercio Internacional UNCTAD / GATT. **Control de calidad en las exportaciones. Control de calidad en la industria alimentaria.** Manual de Introducción. (Ginebra: 1991), pp. 25-49

7. Héctor Raúl Quijivix Silén. Evolución del sector microempresarial (rama panadería) Depto. Suchitepéquez. Diagnóstico y pronóstico. EPS. Facultad de Ciencias Económicas. (Guatemala: USAC, 1995)
8. Charles Slater. "Market organization and competition". **Baking in América** 2 : 177-205. Estados Unidos, 1956.
9. Marcia Véliz. Curso de Ingeniería de la Producción. USAC, 1995
10. B. Watts, et. al. **Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos.** (Canadá: Centro internacional de investigaciones para el desarrollo, 1989), pp 170
11. Richard P. Runyon y Audrey Haber. **Estadística para las ciencias sociales.** (México: Addison-esley Iberoamericana, 1987), pp 276-296

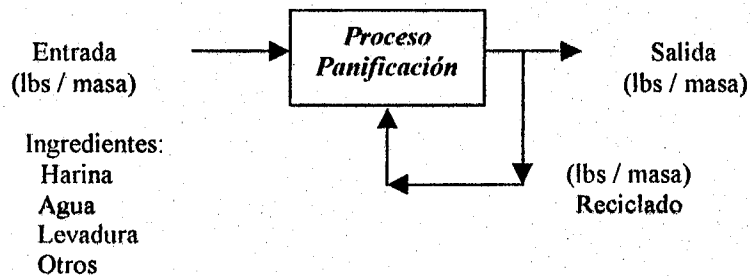
BIBLIOGRAFIA

1. Weigs, Henry. "Quality whitebread by sponge and dough procedure"
American society of bakery engineers. (Alburquerque, New México), (Bulletin 192) : 812-819. 1970
3. Panschar, William. "Economic Development". En **Baking in America.** Estados Unidos : s.e., 1956. (1)
3. Pylar, E. J. **Baking science & technology.** 3a. edición Chicago, Estados Unidos: s.e., 1973. (1 y 2)
4. Salazar Meza, Néstor Adolfo. Guía para el establecimiento de un sistema de control del proceso en la elaboración de dos productos de la industria panificadora nacional. Tesis Ing. Químico. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 1994.

APÉNDICE 1

BALANCE DE MASA EN EL PROCESO DE PANIFICACION

- Utilizando el método de la caja negra se hace un balance de masa en el proceso, teniendo como variable la cantidad de reciclado a utilizar. (Ver tabla IV)



Para 10 lbs:

$$\text{Entra} = \text{Sale}$$

$$\frac{\text{Lbs. ingredientes}}{\text{Masa}} + \frac{\text{Lbs. reciclado}}{\text{Masa}} = \frac{\text{Lbs. de pan}}{\text{Masa}}$$

$$\frac{345.4 \text{ lbs}}{\text{Masa}} + \frac{10 \text{ lbs}}{\text{Masa}} = \frac{355.4 \text{ lbs}}{\text{Masa}}$$

2. Por medio de un análisis dimensional se obtiene el rendimiento de la masa utilizando el peso teórico establecido para el pan. (Ver tabla IV)

$$\frac{\text{Lbs de pan}}{\text{Masa}} * \frac{1 \text{ pan}}{\text{Lbs}} = \frac{\text{Panes}}{\text{Masa}}$$

$$\frac{355.4 \text{ lbs}}{\text{Masa}} * \frac{453.6 \text{ g}}{1 \text{ lb}} * \frac{1 \text{ pan}}{600 \text{ g}} = 268.7 \cong 269 \text{ panes / masa}$$

De igual forma para los diferentes pesos de desperdicio (0, 5 y 15 lbs)

**TABLA IV
BALANCE DE MASA Y RENDIMIENTOS**

Lbs. de Reciclado	Lts pan / masa	Rendimiento (Panes / masa)
0	345.4	261
5	265	350.4
10	269	355.4
15	273	360.4

APÉNDICE 2

ANÁLISIS DE COSTOS

A. Se calcularon los costos variables para masas con reciclado y sin reciclado utilizando un programa de costos que aplica las siguientes fórmulas e integra capacidades y velocidades de producción

1. Mano de obra de producción: (Tiempo = 1 mes)

$$\frac{\text{Total de mano de obra (Planillas)}}{\text{Horas producción total}} * \frac{\text{Horas prod. Teóricas producto}}{\text{Unidades empacadas producto}}$$

2. El costo de mano de obra mantenimiento, sanitización , bodega de materia prima y gastos en repuestos de equipo y productos o artículos de limpieza fue basado al igual que el anterior en horas de producción:

$$\frac{\text{Total gastado}}{\text{Horas prod. Totales}} * \frac{\text{Horas producción teóricas producto}}{\text{Unidades producción producto}}$$

Nota: Sim importar el tipo de pan hecho

3. Costo de materia prima:

$$\frac{\text{Quetzales}}{\text{Pan}} = \frac{\text{Precio de ingredientes de una masa}}{\text{Rendimiento (Panes/masa)}}$$

Nota: Depende del tipo de pan y del rendimiento

4. Costo de insumos:

Electricidad +
Gas Propano
Kerosina
TOTAL

$$\frac{\text{Total gastado insumos}}{\text{Horas prod. Totales}} * \frac{\text{Horas prod. Teóricas producto}}{\text{Unidades producidas producto}}$$

Nota: Sin importar el tipo de pan.

B. Se asumió un total de Q.147,432.39 como costos fijos para fines comparativos del punto de equilibrio que es el de interés para el estudio.

C. Se calculó por medio de la ecuación siguiente los costos totales:

$$CT = CV + CF$$

Donde:

CT = Costos Totales

CV = Costos Variables

CF = Costos Fijos

D Se calcularon las unidades de pan necesarias producir para alcanzar el punto de equilibrio así:

$$U = I - CT \quad \text{Donde: } U = \text{Utilidad}$$
$$I = \text{Ingresos}$$

Para estar en el punto de equilibrio $U = 0$

Entonces:

Sustituyendo la ecuación para ingresos que es

$$I = PV * X$$

donde

PV = Precio de venta

X = Unidades

y la ecuación del costo total y costo variable que son las siguientes

$$CT = CF + CV$$

$$CV = Cvu * X \quad \text{donde } Cvu = \text{Costo variable unitario}$$

en la de utilidad y despejando la X para obtener unidades queda:

$$X = CF / (PV - Cvu)$$

Las suposiciones hechas fueron:

Gastos de Mat. Prima	Q. 180,172.05 para 601 masas
	Q. 299.79 / masa
Gastos de Insumos	Q. 58,279
Mano de Obra directa	Q. 50,650.11
Mano de Obra indirecta	Q. 64151.19
Otros costos fijos	Q. 83281.2

A continuación se presenta la tabla de costos para las tres pruebas hechas:

TABLA V
COSTOS (Q. / UNIDAD)

	Muestra (10 lbs)	Muestra (5 lbs)	Muestra (0 lbs)
Rendimiento	270	267	263
Mano de Obra	0.164330	0.160889	0.164330
Mant. Y Sanit.	0.05390	0.05482	0.05599
Materia Prima	1.1103	1.1228	1.1399
Insumos	0.18202	0.18512	0.18908
Costos Var. Unit. Tot	1.49818	1.523629	1.5493
Costos Fijos Unit.	0.46048	0.46832	0.47833

TABLA VI
COSTOS TOTALES (Q. / UNIDAD)

	Muestra (10 lbs)	Muestra (5 lbs)	Muestra (0 lbs)
Costos Totales Unit.	1.95866	1.9919	2.02763
Ingresos	1053.00	1041.3	1025.7
Costos Totales	528.8382	531.8504	533.2667
Costos Variables	404.51	406.81	407.47
Costos Fijos	124.33	125.04	125.8

APÉNDICE 3

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó la prueba de Tukey (1953) "Prueba de la Diferencia Honestamente Significativa DHS" (Ref. #11, pag. 286) para el análisis estadístico.

A continuación se presentan las fórmulas usadas:

Fórmula #1

$$SC_{tot} = \sum X_{tot}^2 - \frac{(\sum X_{tot})^2}{N}$$

(Ref. #11, pág 280)

Fórmula #2

$$SC_E = \sum \frac{(\sum X_i)^2}{N_i} - \frac{(\sum X_{tot})^2}{N}$$

(Ref. #11, pág 281)

Fórmula #3

$$SC_W = SC_1 + SC_2$$

(Ref. #11, pág 281)

Fórmula #4

$$SC_1 = \sum X^2_1 - \frac{(\sum X_1)^2}{N_1}$$

(Ref. #11, pág 281)

Fórmula #5

$$gl_E = K - 1$$

(Ref. #11, pág 282)

Fórmula #6

$$gl_W = N - K$$

(Ref. #11, pág 282)

Fórmula #7

$$S^2_W = \frac{SC_W}{gl_W}$$

(Ref. #11, pág 282)

Fórmula #8

$$S^2_E = \frac{SC_E}{gl_E}$$

(Ref. #11, pág 282)

Fórmula #9

$$DHS = q \text{ SQR} \left(\frac{sw^2}{N} \right)$$

En donde:

- N = Número de muestras
- K = # de grupos
- X = Datos
- gle = Grados de libertad entre grupos
- glw = Grados de libertad dentro de los grupos
- DHS = Diferencia honestamente significativa

A continuación se presentan las tablas de los datos intermedios para encontrar la significancia de medias entre grupos de muestras para los análisis microbiológicos:

TABLA VII (X)
RECuento TOTAL

Corrida	Grupo 1 (15 lbs)	Grupo 2 (10 lbs)	Grupo 3 (5 lbs)	Grupo 4 (0 lbs)
1	298	205	90	85
2	290	210	105	90
3	303	190	85	100
4	305	185	110	103
5	304	210	110	122
Total	1500	1000	500	500

**TABLA VIII (X²)
RECuento TOTAL**

Corrida	Grupo 1 (15 lbs)	Grupo 2 (10 lbs)	Grupo 3 (5 lbs)	Grupo 4 (0 lbs)
1	88804	42025	8100	7225
2	84100	44100	11025	8100
3	91809	36100	7225	10000
4	93025	34225	12100	10609
5	92416	44100	12100	14884
Total	450154	200550	50550	50818

**TABLA IX (X)
ESPOROFORMADORES**

Corrida	Grupo 1 (15 lbs)	Grupo 2 (10 lbs)	Grupo 3 (5 lbs)	Grupo 4 (0 lbs)
1	710	55	25	18
2	730	40	18	14
3	600	60	27	16
4	650	65	15	17
5	810	30	15	15
Total	3500	250	100	80

**TABLA X (X²)
ESPOROFORMADORES**

Corrida	Grupo 1 (15 lbs)	Grupo 2 (10 lbs)	Grupo 3 (5 lbs)	Grupo 4 (0 lbs)
1	504100	3025	625	324
2	532900	1600	324	196
3	360000	3600	729	256
4	422500	4225	225	289
5	656100	900	225	225
Total	2475600	13350	2128	1290

**TABLA XI (X)
MOHOS Y LEVADURAS**

Corrida	Grupo 1 (15 lbs)	Grupo 2 (10 lbs)	Grupo 3 (5 lbs)	Grupo 4 (0 lbs)
1	18	8	10	10
2	20	10	6	10
3	20	10	10	10
4	18	7	15	8
5	24	15	9	12
Total	100	50	50	50

**TABLA XII (X²)
MOHOS Y LEVADURAS**

Corrida	Grupo 1 (15 lbs)	Grupo 2 (10 lbs)	Grupo 3 (5 lbs)	Grupo 4 (0 lbs)
1	324	64	100	100
2	400	100	36	100
3	400	100	100	100
4	324	49	225	64
5	576	225	81	144
Total	2024	538	542	508

**TABLA XIII
DHS**

	Recuento Total	Esporo- formadores	Mohos y Levaduras
SC tot	139,572.00	1,720,123.00	487.00
SC e	137,500.00	1,693,535.00	375.00
SC e ²	45,833.33	564,511.70	125.00
Sw ²	129.50	1,661.75	7.00
F	353.93	339.71	17.86
SCw	2,072.00	26,588.00	112.00
DHS	26.41	94.62	6.14

TABLA XIV
DIFERENCIA ENTRE MEDIAS (RECuento TOTAL)

	X1=300	X2=200	X3=100	X4=100
X1=300	0	100	200	200
X2=200	100	0	100	100
X3=100	200	100	0	0
X4=100	200	100	0	0

TABLA XV
DIFERENCIA ENTRE MEDIAS (ESPOROFORMADORES)

	X1=700	X2=50	X3=20	X4=16
X1=700	0	650	680	684
X2=50	650	0	30	34
X3=20	680	30	0	4
X4=16	684	34	4	0

TABLA XVI
DIFERENCIA ENTRE MEDIAS (MOHOS Y LEVADURAS)

	X1=20	X2=10	X3=10	X4=10
X1=20	0	10	10	10
X2=10	10	0	0	0
X3=10	10	0	0	0
X4=10	10	0	0	0

ANEXO 1

ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS

1. A continuación se muestra la prueba de diferencia y similitud a utilizar:

PRUEBA DE DIFERENCIA DE PAN

Nombre: _____ No de Panelista _____

Instrucciones:

Hoy usted evaluará tres muestras de pan, una muestra a la vez. Dos de estas muestras son iguales y una es diferente. Pruebe las muestras de pan que se le presentan en el orden en que se muestran evaluando de izquierda a derecha.

Por favor, marque con una X al lado del código de la muestra que es diferente. Recuerde que sólo debe marcar un código.

No olvide tomar agua entre cada muestra.

CODIGO

LA MUESTRA DIFERENTE ES

Gracias por su colaboración.

Fuente: (Ref. #10)