ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

"Diseño de una Línea de Producción para la Elaboración de Pan a partir de la Harina de Amaranto (Amaranthus Hybridus) y Harina de Arroz (Oryza Sativa) para Celíacos"

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIEROS DE ALIMENTOS

Presentada por:

Mayra Elizabeth Mosquera Bejarano

Jorge Francisco Pacheco Bajaña

Guayaquil – Ecuador

2012

AGRADECIMIENTO

A Dios Todopoderoso, por brindarme la sabiduría y fortaleza necesaria para alcanzar este triunfo.

A mis queridos padres y hermano por su apoyo incondicional; y por enseñarme a luchar para que este sueño sea realidad.

Gracias también a mis queridos compañeros por tenderme la mano y por permitirme entrar en sus vidas durante esta etapa universitaria.

Al Ing. Ernesto Martínez y a Don Ángel Chora por su invaluable ayuda en todo momento.

Mayra.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por ser mi fuerza para continuar cada día, llenándome de fe y optimismo.

A mis padres y hermanos, quienes me brindan su amor, alentándome en cada nuevo proyecto.

A Mayra Elizabeth Mosquera Bejarano y a su familia quienes me han abierto las puertas de su hogar brindándonos su apoyo.

Al Ing. Ernesto Martínez, por ser nuestra guía en este trabajo de graduación.

A Ángel Chora quien se convirtió en el apoyo más grande de este proyecto.

Jorge.

DEDICATORIA

Le dedico especialmente a Dios, nuestro creador, por abrirme siempre su corazón y permitirme refugiarme en todo momento.

A mis queridos padres; pero de manera especial a mi madre Josefina; ya que ella para mi es sinónimo de fuerza, amor y perseverancia.

Mayra.

DEDICATORIA

A Dios que ha guiado cada paso de mi vida poniendo siempre a las personas correctas en mi camino permitiéndome culminar con éxito otra etapa de mi vida.

A mis padres, quienes me han enseñado que el esfuerzo trae su recompensa.

A mis amigos que siempre me han alentado para seguir adelante en los momentos más difíciles de mi vida.

Jorge

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Gustavo Guerrero M.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Ernesto Martínez L.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Patricio Cáceres C.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral".

(Reglamento de graduación de la ESPOL)

Mayra Elizabeth Mosquera Bejarano

Jorge Francisco Pacheco Bajaña

RESUMEN

Las enfermedades hoy en día han hecho de los desordenes alimenticios un problema, trayendo como consecuencia nuevas y raras enfermedades que limitan el consumo de ciertos alimentos, es por ello que en estos tiempos se puede conseguir todo tipo de alimentos para casi todas las dolencias, pero acaso se han puesto a pensar si ¿estos alimentos son en realidad nutricionalmente buenos o al menos similares a los originales?

Existe un tipo de enfermedad llamada celiaquía que impide a las personas consumir productos con gluten como por ejemplo el pan, siendo este un alimento tan apetecido es difícil abstenerse a ello y a muchos productos más, es por esto que se sugiere la elaboración de productos especiales para celíacos sin descuidar la parte nutricional del alimento. Esto ayudaría no solo a los celiacos sino también a otro tipo de personas con cuadros clínicos que el gluten solo puede agravar.

En el Ecuador existe un pseudoceral llamado amaranto que es muy poco conocido pero que posee un valor nutricional sumamente elevado, propicio para enriquecer alimentos debido su alto contenido de lisina.

La tradición arrocera en el Ecuador ha llevado a tener disponibilidad de éste todo el año y en grandes cantidades haciéndolo un producto muy común en el país.

La falta de información sobre este tipo de dolencias ha hecho que estas personas se queden olvidadas escaseando productos para ellos sin ninguna industria que tome parte de esta situación, ya que no cuentan con un proceso que indique la mejor manera para hacerlo, en esta tesis de grado propuesta se realiza el diseño de una línea de producción para elaborar pan para celíacos a partir de harina de amaranto y harina de arroz, debido al alto valor nutricional del amaranto y a la disponibilidad del arroz.

El objetivo de esta tesis, es aplicar los conocimientos de la carrera para lograr un producto aceptable con condiciones que demuestren su buen desarrollo además de diseñar una línea de producción funcional que ayude a la elaboración de este producto. La dificultad de esta tesis estuvo en el desarrollo de la fórmula que al no tener gluten dificultaba el proceso de leudado y por ende la obtención del producto final, además, se tuvo que acoplar los procesos de producción con las tecnología ya existentes.

Para la obtención de la fórmula se realizaron varias experimentaciones en las cuales se jugó con los porcentajes de harinas, además de decidir cuáles eran

los aditivos más idóneos para este producto puesto que los de panadería común no funcionaban de igual manera, luego se procedió a realizar un diseño de experimentos para encontrar la mejor mezcla obteniendo los resultados de un análisis físico, químico y sensorial realizado al pan el cual concluyó con una insatisfacción a nivel de sabor tomando como medida correctiva la adición de esencias para enmascarar el sabor fuerte del amaranto, resultando con una mejora notable pero no a nivel total de satisfacción.

Para el diseño de la línea de producción se definió el diagrama de flujo explicando el desarrollo del producto, luego se realizó un balance al proceso para así obtener rendimientos y junto con los datos de los posibles consumidores las capacidades de producción, el número de máquinas, operarios y selección de equipos a utilizar.

Finalmente, se dio a conocer los costos propuestos de maquinarias y los costos directos del producto.

ÍNDICE GENERAL

PÁG.

RESUMEN…… II

ÍNDICE GENERAL…… V

ABREVIATURA…….. IX

SIMBOLOGÍA…….. X

ÍNDICE DE GRÁFICOS…… XI

ÍNDICE DE FIGURAS……..... XII

ÍNDICE DE TABLAS……. XIII

ÍNDICE DE PLANOS…… .XIV

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES……..... 1

1.1. Introducción…….…….…….

1.2.1.3 Características Físicas, Químicas y Microbiológicas de la Harina de Amaranto……..……..…….. 11

1.2.2 Cultivo y Disponibilidad de Arroz (Oryza sativa)..... 12

1.2.2.1 Composición Química y Valor Nutricional del Arroz..... 13

1.2.2.2 Composición Química y Valor Nutricional de la Harina de Arroz……..... 16

1.2.2.3 Características Físicas, Químicas y Microbiológicas de la Harina De Arroz..... 17

1.3. Proceso de Elaboración de Pan…… 17

1.4. Características de las Personas con Intolerancia al Gluten (celíacos)……. 24

CAPÍTULO 2

2. DISEÑO DE EXPERIMENTO…… 28

2.1 Variables del Experimento……..... 29

2.1.1 Variables Fijas…… 29

2.1.2 Variables a Manipular…….. 30

2.2 Análisis Físicos……. 32

2.3 Análisis Químicos…… 35

2.4 Análisis Microbiológicos……..... 36

2.5 Análisis Sensorial…… 45

2.6 Formulación…… 35

2.7 Caracterización del Producto Final…… 44

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO DE LA LINEA DE PRODUCCIÓN…….. 47

3.1 Descripción del plano físico del área…… 47

3.2 Diagrama del equipo……..…….. 48

3.2.1 Diagrama de los equipos……..…… 48

3.2.2 Requerimientos de energía…….…... 49

3.2.3 Requerimientos de agua……..…... 49

3.2.4 Diagrama de recorrido……..… 50

3.2.5 Balance de materia y energía…….. 51

3.2.6 Rendimientos……..... 52

3.3 Descripción de equipos y maquinarias…… 55

3.4 Tabla relacional de actividades…… 63

3.5 Operarios y carga laboral……. 67

3.6 Descripción de insumos y servicios…….. 67

3.6.1 Insumos…….. 67

3.6.2 Servicios……. 74

3.7 Equipos auxiliares……. 75

3.8 Distribución de maquinarias y equipos auxiliares……. 76

3.9 Costos directos de fabricación…… 77

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES……. 80

4.1. Conclusiones…….. 80

4.2. Recomendaciones……..... 81

ANEXOS

APENDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FIMCP	Facultad de ingeniería Mecánica y Ciencias de la producción
INIAP	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
INEN	Instituto Ecuatoriano De Normalización
FAO	Organización De La Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura
ufc	Unidades formadoras de colonias
NTE	Norma técnica Ecuatoriana
Vit	Vitamina
aC.	Antes de Cristo
etc.	Etcétera
EC	Enfermedad Celíaca
mp	Materia prima
rec.	Recepción
máx.	Máximo
min.	Mínimo

SIMBOLOGÍA

T°	Temperatura
T	Toneladas
Ha	Hectáreas
g	Gramos
kg	Kilogramos
qq	Quintal
%	Porcentaje
pH	Potencial de Hidrogeno
ml	Mililitros
mJ	MiliJoules
Kcal	Kilocalorías
cal	Calorías
mg	Miligramos
µg	Microgramos
ppm	Partes por millón
ºC	Grados Celsius
CO2	Dióxido de Carbono
Kw	Kilowatts
t’	Tiempo
h	Horas

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1 ANÁLISIS DE TEXTURA……. 34

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.1	Aminoácidos esenciales en proteína de soya y amaranto….	10
Figura 1.2	Requisitos físicos y químicos de la harina de amaranto….....	11
Figura 1.3	Requisitos microbiológicos del amaranto...……..	11
Figura 1.4	Diagrama de proceso de pilado del arroz...…….….	15
Figura 1.5	Requisitos físicos y químicos de la harina de arroz...……..	17
Figura 1.6	Requisitos microbiológicos del arroz…….	17
Figura 1.7	Diagrama de flujo de proceso de pan para celiacos.....…….	23
Figura 3.1	Diagrama de equipos…….….....	48
Figura 3.2	Diagrama de recorrido……..	50
Figura 3.3	Amasadora de brazos..…….……	56
Figura 3.4	Divisora de masa multi-bomba dosificadora.....……..	59
Figura 3.5	Cámara de Fermentación.....…….	61
Figura 3.6	Horno de túnel.....…….....…..	62
Figura 3.7	Envasadora.....….....	63
Figura 3.8	Relación entre actividades.....…..……..	66
Figura 3.9	Tabla relacional de actividades.....……..…...	66
Figura 3.10	Distribución de maquinarias y equipos auxiliares.....	74

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1	Comparativo del Valor Nutritivo del Amaranto y otros Granos de uso Común, Datos Expresados en Base Seca……..	7
Tabla 2	Contenido de Aminoácidos del Grano de Amaranto y de otros Granos de uso Común. Datos Expresado en Gramos de Aminoácidos por 100g de Proteína, en Base Seca…….....	8
Tabla 3	Análisis de la Harina Integral de Amaranto (g/100g) …….	9
Tabla 4	Composición química del arroz.....……	14
Tabla 5	Composición química y nutricional de la harina de arroz.....	16
Tabla 6	Síntomas que presente un paciente celíaco..……..	25
Tabla 7	Variables fijas.....…….	29
Tabla 8	Variables a manipular……	