

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO BIOTECNOLOGÍA Y

CIENCIA DE LOS ALIMENTOS

CARRERA INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**ELABORACIÓN DE BARRAS ENERGÉTICAS
ENRIQUECIDAS CON OKARA, AVENA Y ARROZ**

POR: GEMIMA GARCÍA LÓPEZ

DOCENTE: ING. ERICK RAMÍREZ RUIZ

TARIJA-BOLIVIA

2011

Vo. Bo.

.....
Ing. Erick Ramírez Ruíz

DOCENTE GUÍA

.....
Ing. Luis Alberto Yurquina Flores

**DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
Y TECNOLOGÍA**

.....
Lic. Gustavo Succi Aguirre

**VICEDECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
Y TECNOLOGÍA**

El Tribunal Calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el presente trabajo, siendo los mismos únicamente responsabilidad del autor.

DEDICATORIAS:

Este Trabajo va dedicado con cariño a toda mi familia y en forma especial a mis Padres, que en todo momento me dieron fuerzas y los instrumentos necesarios para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco principalmente a Dios por darme la bendición de cumplir un nuevo ciclo en mi vida, a mis padres y hermanas por sus consejos y apoyo incondicional y a toda mi familia por apoyarme en todo momento.

A todos los docentes que forman parte de la Carrera de Ingeniería en Alimentos.

Como también al Docente Guía por su tiempo y dedicación prestada, que sin ellos no sería posible la realización de este trabajo.

PENSAMIENTO:

Para todo hay un tiempo señalado, tiempo de nacer y tiempo de morir; tiempo de plantar y tiempo de desarraigar lo que se haya plantado; tiempo de llorar y tiempo de reír; tiempo de callar y tiempo de hablar; tiempo para guerra y tiempo para paz. Dios ha dado a los hijos de la humanidad en que ocuparse. Todo lo ha hecho a su tiempo.

Eclesiastés capítulo 3

ÍNDICE

DEDICATORIAS

AGRADECIMIENTOS

PENSAMIENTO

RESUMEN

Página

CAPÍTULO I

1.1.	Antecedentes.....	1
1.2.	Justificación.....	4
1.3.	Objetivos.....	5
1.3.1.	Objetivo general.....	5
1.3.2.	Objetivos específicos.....	6
1.4.	Planteamiento del problema.....	6
1.5.	Formulación de la hipótesis general.....	6

CAPÍTULO II

2.1.	Origen de la soya.....	7
2.1.2.	Descripción de la planta de soya.....	8
2.1.3.	Variedades de soya.....	9
2.1.4.	La soya como materia prima.....	10
2.2.	Composición química del grano de soya.....	10
2.2.1.	Okara.....	11
2.3.	Origen de la avena.....	13
2.3.1.	Morfología y taxonomía de la avena.....	13
2.3.2.	Descripción de la planta de avena.....	14
2.3.4.	Variedades de avena.....	15
2.3.7.	La avena como materia prima.....	16
2.3.8.	Valor nutricional de la avena.....	16

	Página
2.3.9. Beneficios de la avena en la dieta.....	17
2.4. Origen del arroz.....	18
2.4.3. Taxonomía de la planta de arroz.....	18
2.4.4. Características nutricionales del arroz.....	19
2.4.5. El arroz como materia prima.....	20
2.5. Miel de abeja.....	20
2.6. Azúcar (sacarosa).....	21
2.6.1. Clasificación de los azúcares.....	21
2.6.2. Manteca vegetal (hidrogenado).....	22
2.6.3. Margarina vegetal.....	22
2.7. Barras energéticas.....	22
2.7.2. Descripción del proceso de elaboración de barras energéticas.....	23

CAPÍTULO III

3.1. Introducción.....	25
3.2. Descripción de equipos y material de laboratorio.....	25
3.2.1. Equipos.....	25
3.2.2. Materiales de laboratorio.....	29
3.2.3. Materias primas.....	30
3.2.4. Insumos alimenticios.....	31
3.3. Descripción del proceso de elaboración de barras energéticas enriquecidas con okara, avena y arroz.....	32
3.3.1. Descripción narrativa del proceso de elaboración.....	34
3.4. Metodología de la obtención de resultados.....	37
3.4.1. Propiedades fisicoquímicas de materia prima y producto terminado.....	37
3.4.2. Propiedades microbiológicas de la materia prima.....	37
3.5. Análisis sensorial.....	38

	Página
3.5.1. Evaluación sensorial inicial del atributo sabor para determinar el porcentaje de okara, avena y azúcar.....	38
3.5.2. Evaluación sensorial inicial del atributo grado de dulzor para determinar el porcentaje de okara, avena y azúcar.....	38
3.5.3. Evaluación sensorial intermedia del atributo sabor para determinar el porcentaje de okara, avena y azúcar.....	38
3.5.4. Evaluación sensorial intermedia del atributo grado de dulzor para determinar el porcentaje de okara, avena y azúcar.....	39
3.5.5. Evaluación sensorial final del atributo sabor para determinar el porcentaje de okara, avena y azúcar.....	39
3.5.6. Evaluación sensorial final del atributo grado de dulzor para determinar el porcentaje de okara, avena y azúcar.....	39
3.5.7. Evaluación sensorial de los atributos textura y color en el proceso de horneado.....	40
3.5.8. Evaluación sensorial de los atributos sabor, textura y color en el producto.....	40
3.5.9. Evaluación sensorial de los atributos sabor y textura en el producto almacenado.....	40
3.6. Diseño experimental.....	40
3.6.1. Diseño factorial.....	41

CAPÍTULO IV

4.1. Caracterización de la materia prima	42
4.1.1. Características fisicoquímicas de la okara.....	42
4.1.2. Características microbiológicas de la okara.....	42
4.2. Determinación del porcentaje de okara, avena y azúcares en el proceso de dosificación.....	43

	Página
4.2.1. Evaluación sensorial inicial del atributo sabor para determinar la dosificación.....	43
4.2.2. Evaluación sensorial inicial del atributo grado de dulzor para determinar la dosificación.....	45
4.2.3. Evaluación sensorial intermedia del atributo sabor para determinar la dosificación.....	47
4.2.4. Evaluación sensorial intermedia del atributo grado de dulzor para determinar la dosificación.....	49
4.2.5. Evaluación sensorial final del atributo sabor determinar la dosificación.....	51
4.2.6. Evaluación sensorial final del atributo grado de dulzor para determinar la dosificación.....	53
4.3. Diseño experimental para determinar las variables en el proceso de horneado.....	56
4.3.1. Diseño factorial para el proceso de horneado.....	56
4.4. Evaluación sensorial para determinar los atributos color y textura en el proceso de horneado.....	57
4.4.1. Evaluación sensorial para determinar el atributo color en el proceso de horneado.....	58
4.4.2. Desarrollo de la prueba estadística Duncan para el atributo textura en el proceso de horneado.....	60
4.5. Caracterización del producto terminado (barras energéticas).....	62
4.5.1. Análisis fisicoquímico del producto.....	62
4.5.2. Análisis microbiológico del producto.....	63
4.5.3. Análisis organoléptico del producto.....	63
4.5.4. Análisis organoléptico del producto almacenado.....	65
4.5.4.1. Evaluación sensorial del atributo sabor del producto almacenado...	65
4.5.5. Evaluación sensorial del atributo textura en el producto almacenado	67

	Página
4.5.5.1. Prueba estadística de Duncan del atributo textura para el producto almacenado.....	69
4.6. Balance de materia.....	70
4.6.1. Resumen del balance de materia.....	75
4.7. Balance de energía.....	75

CAPÍTULO V

5.1. Conclusiones.....	79
5.2. Recomendaciones.....	81
Bibliografía.....	82
Anexos	

ÍNDICE DE TABLAS

		Página
Tabla 1.1	Principales productores de soya en el mundo.....	2
Tabla 1.2	Principales departamentos productores de soya en Bolivia.....	2
Tabla 1.3	Producción de avena en el departamento de Tarija.....	3
Tabla 1.4	Producción de arroz en el departamento de Tarija.....	4
Tabla 2.1	Composición fisicoquímica del grano de soya.....	11
Tabla 2.2	Composición química del grano de avena.....	17
Tabla 2.3	Azúcares que componen la miel de abeja.....	21
Tabla 3.1	Materiales utilizados en la elaboración de barras energéticas.	29
Tabla 3.2	Insumos Utilizados en la Elaboración de Barras Energéticas.	32
Tabla 3.3	Métodos de análisis utilizados en la materia prima y producto final.....	37
Tabla 3.4	Análisis microbiológico de la materia prima.....	37
Tabla 3.5	Factores que varían en el proceso de horneado.....	41
Tabla 3.6	Diseño experimental en el proceso de horneado.....	41
Tabla 4.1	Composición fisicoquímica de la okara.....	42
Tabla 4.2	Análisis microbiológico de la Okara.....	42
Tabla 4.3	Evaluación sensorial inicial del atributo sabor para determinar la dosificación.....	43
Tabla 4.4	Análisis de varianza del atributo sabor inicial para determinar la dosificación.....	45
Tabla 4.5	Evaluación sensorial inicial del atributo grado de dulzor para determinar la dosificación.....	46
Tabla 4.6	Análisis de varianza del atributo grado de dulzor inicial para determinar la dosificación.....	47
Tabla 4.7	Evaluación sensorial intermedia del atributo sabor para determinar la dosificación.....	48

	Página
Tabla 4.8	Análisis de varianza del atributo sabor intermedia para determinar la dosificación..... 49
Tabla 4.9	Evaluación sensorial intermedia del atributo grado de dulzor para determinar la dosificación..... 50
Tabla 4.10	Análisis de varianza del atributo grado de dulzor intermedia para determinar la dosificación..... 51
Tabla 4.11	Evaluación sensorial final del atributo sabor para determinar la dosificación..... 52
Tabla 4.12	Análisis de varianza del atributo sabor final para determinar la dosificación..... 53
Tabla 4.13	Evaluación sensorial final del atributo grado dulzor para determinar la dosificación..... 54
Tabla 4.14	Análisis de varianza del atributo grado de dulzor final para determinar la dosificación..... 54
Tabla 4.15	Variables del proceso de horneado de la barra energética..... 56
Tabla 4.16	Análisis de varianza en el proceso de horneado para el diseño 2² 57
Tabla 4.17	Evaluación sensorial del atributo color para el proceso de horneado..... 58
Tabla 4.18	Análisis de varianza del atributo color para el proceso de horneado..... 59
Tabla 4.19	Evaluación sensorial del atributo textura para el proceso de horneado..... 60
Tabla 4.20	Prueba de Duncan para atributo textura para el proceso de horneado..... 61
Tabla 4.21	Composición fisicoquímica del producto..... 62
Tabla 4.22	Análisis microbiológico de barras energéticas..... 63

Tabla 4.23	Evaluación sensorial del producto.....	63
		Página
Tabla 4.24	Análisis de varianza de los atributos sensoriales para el producto.....	65
Tabla 4.25	Evaluación sensorial del atributo sabor para el producto almacenado.....	66
Tabla 4.26	Análisis de varianza del atributo sabor para el producto almacenado.....	67
Tabla 4.27	Evaluación sensorial del atributo textura para el producto almacenado.....	68
Tabla 4.28	Análisis estadístico de Duncan del atributo textura para el producto almacenado.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 3.1	Heladera eléctrica.....	26
Figura 3.2	Balanza analítica.....	27
Figura 3.3	Horno a gas.....	28
Figura 3.4	Cocina a gas.....	29
Figura 3.6	Materia prima (Okara).....	30
Figura 3.7	Materia prima (avena).....	30
Figura 3.8	Materia prima (arroz).....	31
Figura 3.9	Insumos (miel de abeja).....	31
Figura 3.10	Insumos (mantequilla vegetal).....	32
Figura 4.1	Evaluación sensorial inicial del atributo sabor para determinar la dosificación.....	44
Figura 4.2	Evaluación sensorial inicial del atributo grado de dulzor para determinar la dosificación.....	46
Figura 4.3	Evaluación sensorial intermedia del atributo sabor para determinar la dosificación.....	48
Figura 4.4	Evaluación sensorial intermedia del atributo grado de dulzor para determinar la dosificación.....	50
Figura 4.5	Evaluación sensorial final del atributo sabor para determinar la dosificación.....	52
Figura 4.6	Evaluación sensorial final del atributo grado de dulzor para determinar la dosificación.....	54
Figura 4.7	Evaluación sensorial para el atributo color para el proceso de horneado.....	59

	Página
Figura 4.8	Evaluación sensorial del atributo textura para el proceso de horneado..... 61
Figura 4.9	Resultado de los atributos sensoriales para el producto..... 64
Figura 4.10	Evaluación sensorial del atributo sabor para el producto almacenado..... 66
Figura 4.11	Evaluación sensorial del atributo textura para el producto almacenado..... 68
Figura 4.12	Diagrama de bloques del balance de materia en el proceso de elaboración de barras energéticas..... 70
Figura 4.13	Proceso de mezcla líquida..... 71
Figura 4.14	Proceso de mezcla sólida.....72
Figura 4.15	Proceso de preparación de la masa..... 73
Figura 4.16	Proceso de horneado..... 74
Figura 4.17	Diagrama de bloques del resumen del balance de materia..... 75
Figura 4.18	Balance de energía en el proceso de horneado..... 76