



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**TRANSFORMACIÓN DE LA SEMILLA DE AMARANTO EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS  
QUE CONTRIBUYAN A LA FORTIFICACIÓN DE LA DIETA DE LA NIÑEZ GUATEMALTECA  
(7-12 AÑOS), COMO FUENTE DE NUTRICIÓN Y SALUD A TRAVÉS DEL INSTITUTO DE  
NUTRICIÓN DE CENTRO AMÉRICA Y PANAMÁ (INCAP)**

**Ana Virginia Aguilar Mundo**

Asesorada por el Ing. Erwin Danilo González Trejo

Guatemala, agosto de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**TRANSFORMACIÓN DE LA SEMILLA DE AMARANTO EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS  
QUE CONTRIBUYAN A LA FORTIFICACIÓN DE LA DIETA DE LA NIÑEZ GUATEMALTECA  
(7-12 AÑOS), COMO FUENTE DE NUTRICIÓN Y SALUD A TRAVÉS DEL INSTITUTO DE  
NUTRICIÓN DE CENTRO AMÉRICA Y PANAMÁ (INCAP)**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ANA VIRGINIA AGUILAR MUNDO**

ASESORADA POR EL ING. ERWIN DANILO GONZALEZ TREJO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Óscar Humberto Galicia Núñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

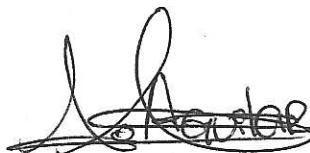
DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García
EXAMINADOR	Ing. Alejandro Estrada Martínez
EXAMINADOR	Ing. Jaime Roberto Ruiz Díaz
EXAMINADORA	Inga. Priscila Yohana Sandoval Barrios
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**TRANSFORMACIÓN DE LA SEMILLA DE AMARANTO EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS QUE CONTRIBUYAN A LA FORTIFICACIÓN DE LA DIETA DE LA NIÑEZ GUATEMALTECA (7-12 AÑOS), COMO FUENTE DE NUTRICIÓN Y SALUD A TRAVÉS DEL INSTITUTO DE NUTRICIÓN DE CENTRO AMÉRICA Y PANAMÁ (INCAP)**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 02 de agosto de 2016.



**Ana Virginia Aguilar Mundo**

Guatemala, 10 de abril de 2018

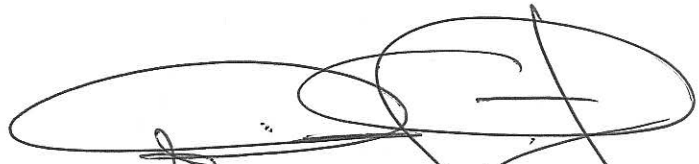
Ingeniero  
Cesar Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería, USAC

Ingeniero Urquizú Rodas:

Por este medio hago constar que he revisado el trabajo de graduación titulado: **"TRANSFORMACIÓN DE LA SEMILLA DE AMARANTO EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS QUE CONTRIBUYAN A LA FORTIFICACIÓN DE LA DIETA DE LA NIÑEZ GUATEMALTECA (7-12 AÑOS), COMO FUENTE DE NUTRICIÓN Y SALUD A TRAVÉS DEL INSTITUTO DE NUTRICIÓN DE CENTRO AMÉRICA Y PANAMÁ (INCAP)"** de la estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial, **Ana Virginia Aguilar Mundo** con carné número 2011-14282 y quien se identifica con el CUI: 2286324202205. Por lo cual considero que cumple con todos los lineamientos correspondientes y la doy por aprobado.

Agradeciendo su atención,

Atentamente,



Ing. Erwin Danilo González Trejo

Ingeniero Industrial

No. Colegiado 6182

Asesor

*Ing. Danilo González Trejo*  
INGENIERO INDUSTRIAL  
COLEGIADO ACTIVO 6182



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **TRANSFORMACIÓN DE LA SEMILLA DE AMARANTO EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS QUE CONTRIBUYAN A LA FORTIFICACIÓN DE LA DIETA DE LA NIÑEZ GUATEMALTECA (7-12 AÑOS), COMO FUENTE DE NUTRICIÓN Y SALUD A TRAVÉS DEL INSTITUTO DE NUTRICIÓN DE CENTRO AMÉRICA Y PANAMÁ (INCAP)**, presentado por la estudiante universitaria Ana Virginia Aguilar Mundo, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

*María Martha Wolford Estrada*

Inga. María Martha Wolford de Hernández  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, junio de 2018.

/mgp



REF.DIR.EMI.100.018

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **TRANSFORMACIÓN DE LA SEMILLA DE AMARANTO EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS QUE CONTRIBUYAN A LA FORTIFICACIÓN DE LA DIETA DE LA NIÑEZ GUATEMALTECA (7-12 AÑOS), COMO FUENTE DE NUTRICIÓN Y SALUD A TRAVÉS DEL INSTITUTO DE NUTRICIÓN DE CENTRO AMÉRICA Y PANAMÁ (INCAP)**, presentado por la estudiante universitaria **Ana Virginia Aguilar Mundo**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

**Ing. Juan José Peralta Dardón**  
**DIRECTOR**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**

Guatemala, agosto de 2018.

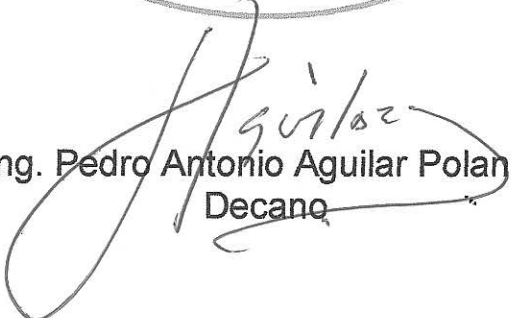


/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **TRANSFORMACIÓN DE LA SEMILLA DE AMARANTO EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS QUE CONTRIBUYAN A LA FORTIFICACIÓN DE LA DIETA DE LA NIÑEZ GUATEMALTECA (7-12 AÑOS), COMO FUENTE DE NUTRICIÓN Y SALUD A TRAVÉS DEL INSTITUTO DE NUTRICIÓN DE CENTRO AMÉRICA Y PANAMÁ (INCAP)**, presentado por la estudiante universitaria: **Ana Virginia Aguilar Mundo**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano



Guatemala, agosto de 2018

/cc



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por ser el guía en mi camino.
<b>Virgen María</b>	Por cuidarme y protegerme como una verdadera madre.
<b>Mis padres</b>	Mario Aguilar (q.e.p.d.) y Virginia Mundo. Por su amor, apoyo e inspiración y ser mi ejemplo de perseverancia, lucha y honestidad.
<b>Mis hermanas</b>	Por ser mis mejores amigas y consejeras.
<b>Mis hermanos</b>	Por creer en mí.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser mi alma máter, la casa de estudios que me dio la oportunidad de formarme como profesional.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por ser el camino para llegar a esta meta.
<b>Ing. Danilo Trejo</b>	Por su paciencia y valiosa colaboración en la asesoría del presente trabajo.
<b>INCAP</b>	Por haberme brindado la oportunidad de realizar esta investigación.
<b>Mis amigos</b>	Por su cariño y apoyo incondicional.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XV
GLOSARIO .....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	XXI
1. ANTECEDENTES GENERALES .....	1
1.1. Nombre de la empresa .....	1
1.2. Información general.....	2
1.2.1. Ubicación.....	2
1.2.2. Reseña histórica .....	3
1.2.3. Misión .....	4
1.2.4. Visión.....	5
1.2.5. Marco jurídico .....	5
1.2.6. Estructura organizacional .....	6
1.3. Funciones básicas.....	7
1.3.1. Asistencia técnica directa .....	7
1.3.2. Formación y desarrollo de recursos humanos .....	7
1.3.3. Investigación.....	7
1.3.4. Información y comunicación .....	8
1.3.5. Movilización de recursos financieros y no financieros .....	9
1.4. Principales campos de trabajo del INCAP.....	9
1.4.1. Articulaciones de redes regionales .....	9
1.4.2. Convenios y alianzas estratégicas.....	10

1.4.3.	Desarrollo de proyectos de investigación .....	10
1.5.	Áreas técnicas del INCAP .....	10
1.5.1.	Nutrición y micronutrientes .....	11
1.5.2.	Enfermedades crónicas relacionadas a la nutrición.....	11
1.5.3.	Formación y desarrollo de recursos humanos en seguridad alimentaria y nutricional .....	12
1.5.4.	Planificación, monitoreo y evaluación .....	13
1.6.	Alimentos nutricionalmente mejorados desarrollados por el INCAP .....	14
1.6.1.	Incaparina.....	14
1.6.2.	Bienestarina .....	16
1.6.3.	Galleta escolar nutricionalmente mejorada .....	17
1.7.	Semilla de amaranto .....	19
1.7.1.	Definición.....	19
1.7.2.	Reseña histórica.....	20
1.7.3.	Características .....	20
1.7.4.	Cultivo .....	22
1.7.5.	Productos de amaranto .....	22
1.7.6.	Propiedades nutritivas .....	23
2.	DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DEL INCAP .....	25
2.1.	Falta de nutrientes en los alimentos.....	25
2.2.	Situación actual de desnutrición.....	25
2.2.1.	Situación de desnutrición de los niños en Guatemala.....	25
2.2.2.	Demografía en Guatemala .....	26
2.2.3.	Factores de riesgo asociados a la desnutrición.....	26
2.2.3.1.	Definición de riesgo .....	26

2.2.3.2.	Definición de factores de riesgo.....	27
2.2.4.	Áreas con mayor índice de desnutrición .....	27
2.2.4.1.	Altiplano.....	27
2.2.4.1.1.	Departamento de Quiché .....	27
2.2.4.1.2.	Departamento de San Marcos.....	29
2.2.4.1.3.	Departamento de Huehuetenango .....	30
2.2.4.1.4.	Departamento de Totonicapán.....	32
2.2.4.1.5.	Departamento de Quetzaltenango .....	34
2.2.4.2.	Corredor seco de Guatemala.....	36
2.2.4.2.1.	Departamento de Chiquimula.....	37
2.2.4.2.2.	Departamento de Zacapa .....	38
2.2.4.2.3.	Departamento de Jutiapa .....	40
2.2.4.2.4.	Departamento de Jalapa.....	41
2.2.5.	Estado nutricional en escolares .....	43
2.2.5.1.	Desarrollo físico .....	43
2.2.5.2.	Desarrollo cognoscitivo.....	43
2.2.5.3.	Desarrollo psicosocial .....	43
2.3.	Cultivo actual de la semilla .....	44
2.3.1.	Selección de semilla .....	45
2.3.2.	Selección de la tierra .....	45

2.3.3.	Preparación de la tierra .....	45
2.3.4.	Medición de semilla y abono .....	45
2.3.5.	Fertilizantes .....	45
2.3.6.	Riego .....	46
2.3.7.	Madurez de cosecha .....	46
2.3.8.	Costos de inversión.....	46
2.4.	Proceso actual de tratamiento de la semilla.....	46
2.4.1.	Raleo de panojas .....	47
2.4.2.	Secado .....	47
2.4.3.	Selección de semilla.....	48
2.4.4.	Almacenamiento.....	48
2.5.	Identificar mercado de la semilla.....	48
2.5.1.	Seleccionar la mejor oferta.....	48
2.5.2.	Acordar la entrega del producto en la planta piloto del INCAP .....	49
2.6.	Descripción del equipo (inventario) .....	50
2.6.1.	Maquinaria.....	50
2.6.1.1.	Comal tostador .....	50
2.6.1.2.	Molino de martillo .....	51
2.6.1.3.	Mezcladora industrial .....	53
2.6.1.4.	Selladora de plástico .....	54
2.6.1.5.	Balanza analítica .....	55
2.6.1.6.	Horno industrial .....	56
2.6.1.7.	Estufa semi-industrial .....	57
2.6.1.8.	Molino coloidal.....	58
2.6.1.9.	Deshidratadora de fruta.....	59
2.6.1.10.	Congelador de platos .....	60
2.6.2.	Herramientas.....	61
2.6.2.1.	Ollas industriales .....	61

	2.6.2.2.	Rodillos de madera.....	62
	2.6.2.3.	Moldes para galletas.....	62
	2.6.2.4.	Bandejas.....	63
3.		PROPUESTA PARA LA TRANSFORMACIÓN DE LA SEMILLA.....	65
3.1.		Análisis de la transformación de la semilla .....	65
	3.1.1.	Propiedades.....	65
	3.1.2.	Composición nutricional.....	67
		3.1.2.1. Energía .....	68
		3.1.2.2. Proteínas .....	69
		3.1.2.3. Grasas .....	70
		3.1.2.4. Carbohidratos .....	70
		3.1.2.5. Tabla nutricional de la semilla de amaranto.....	70
	3.1.3.	Formulación de productos .....	71
		3.1.3.1. Harina para atol .....	71
		3.1.3.2. Galleta .....	71
3.2.		Descripción del producto .....	72
	3.2.1.	Harina para atol .....	72
	3.2.2.	Galleta .....	73
3.3.		Materiales .....	73
3.4.		Procesos.....	74
	3.4.1.	Diagrama de operación .....	74
	3.4.2.	Diagrama de flujo.....	77
	3.4.3.	Diagrama de recorrido .....	80
3.5.		Costos propuestos.....	84
	3.5.1.	Materia prima.....	84
	3.5.2.	Insumos .....	85
	3.5.3.	Costo de operación.....	86

	3.5.3.1.	Mano de obra directa .....	86
	3.5.3.2.	Mano de obra indirecta.....	88
	3.5.3.3.	Gastos de fabricación.....	89
3.6.		Costo-Beneficio de la propuesta .....	90
	3.6.1.	Beneficio técnico para el INCAP .....	90
	3.6.2.	Beneficio social .....	91
3.7.		Evaluación económica de los productos propuestos .....	91
	3.7.1.	Harina para atol.....	92
	3.7.2.	Galleta.....	93
4.		IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA .....	95
4.1.		Método a implementar.....	95
	4.1.1.	Metodología para la aplicación.....	95
		4.1.1.1. Diagrama de operaciones .....	96
		4.1.1.2. Diagrama de flujo .....	99
		4.1.1.3. Diagrama de recorrido.....	103
4.2.		Entidades responsables .....	107
	4.2.1.	INCAP .....	107
	4.2.2.	Unidad de Micronutrientes.....	107
	4.2.3.	Investigador principal .....	108
	4.2.4.	Planta de producción.....	108
	4.2.5.	Producción y gestión de calidad.....	109
	4.2.6.	Coinvestigador .....	109
	4.2.7.	Operarios de planta.....	110
4.3.		Planta de producción.....	110
	4.3.1.	Ubicación.....	110
	4.3.2.	Función.....	111
	4.3.3.	Equipamiento .....	112
	4.3.4.	Seguridad e higiene industrial .....	117



4.4.	Manejo de materiales .....	118
4.4.1.	Materia prima .....	119
4.4.2.	Producto terminado .....	120
4.5.	Costos de la implementación.....	120
4.5.1.	Materia prima .....	120
4.5.2.	Insumos .....	120
4.5.3.	Costo de operación.....	121
4.5.3.1.	Mano de obra directa .....	121
4.5.3.2.	Mano de obra indirecta .....	121
4.5.3.3.	Gastos de fabricación .....	122
4.5.4.	Costo total.....	122
4.6.	Producto terminado .....	123
4.6.1.	Harina para atol .....	123
4.6.2.	Galletas .....	124
4.7.	Valor nutricional estimado de productos.....	125
4.7.1.	Harina para atol .....	126
4.7.2.	Galleta .....	126
5.	MEJORA CONTINUA.....	127
5.1.	Resultados obtenidos .....	127
5.1.1.	Interpretación.....	127
5.1.2.	Aplicación .....	127
5.2.	Ventajas.....	128
5.2.1.	Combinación de insumos .....	128
5.3.	Beneficios .....	129
5.3.1.	Reducción de costos .....	130
5.3.2.	Diversidad de productos .....	130
5.4.	Concientización a la población .....	131
5.4.1.	Exhibición de productos.....	131

5.4.2.	Talleres.....	131
5.5.	Propuestas de nuevas presentaciones del producto.....	132
5.5.1.	Harina para condimentar .....	132
5.5.2.	Mezcla para bebidas frías .....	133
5.5.3.	Barra nutritiva .....	133
5.6.	Estadísticas.....	134
5.6.1.	Productos derivados del amaranto.....	134
5.6.2.	Mayores lugares de consumo .....	135
5.6.3.	Proveedores .....	136
5.7.	Auditorías .....	138
5.7.1.	Internas .....	138
5.7.2.	Externas .....	140
CONCLUSIONES.....		143
RECOMENDACIONES .....		145
BIBLIOGRAFÍA.....		147

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Logotipo del INCAP .....	1
2.	Ubicación del INCAP .....	2
3.	Instalaciones del INCAP .....	4
4.	Organigrama del INCAP .....	6
5.	Dr. Ricardo Bressani .....	8
6.	Incaparina .....	15
7.	Incaparina lista para consumir .....	16
8.	Bienestarina .....	17
9.	Galleta escolar en los programas de alimentación escolar .....	18
10.	Plantación de amaranto .....	19
11.	Grano de amaranto (crudo) .....	21
12.	Grano de amaranto (tostado) .....	21
13.	Cultivo de amaranto .....	22
14.	Productos de amaranto hechos en México .....	23
15.	Mapa del Departamento de Quiché.....	28
16.	Mapa del Departamento de San Marcos.....	30
17.	Mapa del Departamento de Huehuetenango .....	32
18.	Mapa del departamento de Totonicapán.....	34
19.	Mapa del Departamento de Quetzaltenango.....	36
20.	Mapa del Departamento de Chiquimula .....	38
21.	Mapa del Departamento de Zacapa .....	39
22.	Mapa del Departamento de Jutiapa .....	41
23.	Mapa del Departamento de Jalapa .....	42

24.	Cultivo de la semilla .....	44
25.	Cultivo de la semilla .....	47
26.	Entrega de producto (amaranto) .....	49
27.	Comal tostador.....	51
28.	Molino de martillo.....	52
29.	Mezcladora industrial.....	53
30.	Selladora de plástico.....	54
31.	Balanza analítica.....	55
32.	Horno industrial.....	56
33.	Estufa semi-industrial.....	57
34.	Molino coloidal .....	58
35.	Deshidratadora de fruta .....	59
36.	Congelador de platos.....	60
37.	Ollas industriales.....	61
38.	Rodillos de madera .....	62
39.	Moldes para galletas.....	63
40.	Bandejas.....	63
41.	Análisis químico del amaranto .....	69
42.	Simbología de diagrama de operación .....	74
43.	Estructura de diagrama actual de operación de harina para atol.....	75
44.	Estructura de diagrama actual de operación para galletas.....	76
45.	Simbología de diagrama de flujo.....	77
46.	Estructura de diagrama actual de flujo de harina para atol.....	78
47.	Estructura de diagrama actual de flujo para galleta .....	79
48.	Estructura de diagrama actual de recorrido de harina para atol .....	81
49.	Estructura de diagrama actual de recorrido para galleta .....	83
50.	Harina para atol .....	93
51.	Galleta .....	93
52.	Símbolos de diagrama de operaciones.....	96

53.	Diagrama de proceso de operación de elaboración de harina para atol .....	97
54.	Diagrama de proceso de operación para elaboración de galletas .....	98
55.	Símbolos de diagrama de flujo .....	99
56.	Diagrama de proceso de flujo para elaboración de harina para atol ..	100
57.	Diagrama de proceso de flujo para elaboración de galletas.....	101
58.	Diagrama de recorrido para elaboración de harina para atol .....	104
59.	Diagrama de recorrido para elaboración de galletas.....	106
60.	Ubicación de planta piloto .....	111
61.	Planta piloto .....	112
62.	Balanza .....	113
63.	Comal tostador.....	114
64.	Molino de martillo .....	114
65.	Balanza analítica .....	115
66.	Mezcladora en “V” .....	115
67.	Horno Industrial.....	116
68.	Selladora de plástico .....	116
69.	Equipo de protección personal.....	118
70.	Semilla de amaranto .....	119
71.	Harina para atol.....	124
72.	Galleta .....	125
73.	Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica.....	129
74.	Productos fabricados a base de amaranto.....	135
75.	Consumidores mundiales de amaranto.....	136
76.	Países productores de amaranto .....	137
77.	Auditoría interna de procesos de harina para atol.....	139
78.	Auditoría interna de procesos de galleta .....	140
79.	Auditoría externa.....	141

## TABLAS

I.	Tabla de indicadores del Departamento de Quiché .....	28
II.	Tabla de indicadores del Departamento de San Marcos .....	29
III.	Tabla de indicadores del Departamento de Huehuetenango .....	31
IV.	Tabla de indicadores del Departamento de Totonicapán.....	33
V.	Tabla de indicadores del Departamento de Quetzaltenango .....	35
VI.	Tabla de indicadores del Departamento de Chiquimula .....	37
VII.	Tabla de indicadores del Departamento de Zacapa .....	39
VIII.	Tabla de indicadores del Departamento de Jutiapa.....	40
IX.	Tabla de indicadores del Departamento de Jalapa.....	42
X.	Características de comal tostador.....	50
XI.	Características de molino de martillo .....	52
XII.	Características mezcladora industrial .....	53
XIII.	Característica selladora de plástico .....	54
XIV.	Características de balanza analítica .....	55
XV.	Características horno industrial.....	56
XVI.	Características estufa semi-industrial .....	57
XVII.	Características de molino coloidal .....	58
XVIII.	Deshidratadora de fruta .....	59
XIX.	Congelador de platos.....	60
XX.	Composición química del amaranto (g / 100 g) .....	68
XXI.	Tabla nutricional de la semilla de amaranto.....	70
XXII.	Formulación de harina para atol .....	71
XXIII.	Formulación de galletas.....	72
XXIV.	Costo de materia prima.....	84
XXV.	Costo de insumos de harina para atol .....	85
XXVI.	Costo de insumos para galleta .....	85

XXVII.	Actividades de operarios .....	87
XXVIII.	Costo de mano de obra directa .....	87
XXIX.	Costo de mano de obra indirecta .....	89
XXX.	Gastos de fabricación.....	90
XXXI.	Costo de harina para atol.....	91
XXXII.	Costo de galleta .....	92
XXXIII.	Costo de los productos.....	123
XXXIV.	Harina para atol .....	126
XXXV.	Galleta .....	126
XXXVI.	Formulación de harina para condimentar.....	132
XXXVII.	Formulación de mezcla para bebidas frías.....	133
XXXVIII.	Formulación de barra nutritiva.....	133





## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
°C	Grados Celsius
g	Gramos
%	Porcentaje
Q	Quetzales



## GLOSARIO

<b>BPM</b>	Buenas Prácticas de Manufactura.
<b>Eficiencia</b>	Capacidad para cumplir adecuadamente una función.
<b>FAO</b>	<i>Food and Agriculture Organization.</i>
<b>Homogéneo</b>	Composición y estructura uniforme.
<b>INCAP</b>	Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística.
<b>MOD</b>	Mano de Obra Directa.
<b>MOI</b>	Mano de Obra Indirecta.
<b>OPS</b>	Organización Panamericana de la Salud.
<b>Pulverización</b>	Convertir algo en polvo.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Transformar la semilla de amaranto en productos alimenticios que contribuyan a la fortificación de la dieta de los niños de edad escolar (7-12 años).

### **Específicos**

1. Desarrollar la formulación de un alimento fortificado con enfoque en la edad escolar.
2. Crear un nuevo producto alimenticio alto en nutrientes.
3. Elaborar una guía del proceso de transformación de la semilla que muestre la utilización de los recursos disponibles.
4. Fortalecer los conocimientos, actitudes y prácticas en la elaboración de productos alimenticios.
5. Validar la implementación de las formulaciones previamente mencionadas a nivel de planta de producción.
6. Validar la aceptabilidad de los productos en campo.

7. Evaluar el impacto financiero de los recursos utilizados en esta investigación, para determinar el grado de optimización del proceso.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen muchas instituciones que colaboran con los gobiernos para mejorar el nivel nutricional de la población, entre estas se encuentra el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá –INCAP–. Una de sus funciones principales es la investigación y capacitación para fortalecer a los actores claves encargados de implementar la Seguridad Alimentaria y Nutricional, haciendo referencia de la tecnología de procesos de elaboración de productos alimenticios que han sido nutricionalmente mejorados, a grupos organizados que requieren de sus servicios o que el área donde se encuentran se califica como de alto riesgo en desnutrición, como es el caso de los cinco departamentos priorizados del Altiplano de Guatemala: Quetzaltenango, Quiché, Huehuetenango, San Marcos y Totonicapán.

El presente trabajo de graduación presenta la creación de nuevos productos ricos en nutrientes, utilizando como materia prima la semilla de amaranto, la cual, según esta investigación, presenta alto contenido de proteína, calcio, ácido fólico y vitamina C, proveyendo así aproximadamente 70 % de energía de la dieta de un niño.

Al considerar estos beneficios nace la idea de transformar la semilla de amaranto en productos alimenticios para niños de edad escolar, etapa en que el niño debe tener una dieta diaria alta en proteínas que le ayuden a estimular el aprendizaje y desarrollarse de mejor forma, física y mentalmente.

Tomando en cuenta el aporte técnico del INCAP para realizar esta investigación, los productos a elaborar son galletas y harina para atol a base de

amaranto. Estos productos se fabricarán en la planta piloto de dicha institución, en la cual a lo largo del tiempo se ha realizado grandes formulaciones de productos alimenticios saludables como la Incaparina y la Galleta Escolar.

Luego de conocer la información sobre el INCAP, en el capítulo dos se procede a conocer la situación nutricional de los niños en Guatemala y la necesidad de elaborar productos alimenticios que contribuyan a la fortificación de la dieta de la niñez.

En el capítulo tres se presenta la propuesta de la transformación de la semilla de amaranto y se da a conocer las propiedades de esta, formulaciones de los productos, materiales e insumos a utilizar en los procesos, costos, diagramas de flujo, proceso y recorrido.

La implementación de la propuesta se describe en el capítulo cuatro, presentando la metodología de la aplicación a través de los diagramas, maquinaria, equipo de seguridad industrial, costo de los productos y el valor nutricional estimado de estos, contando también con una mejora continua, en la cual se presentan resultados obtenidos, beneficios, propuestas de nuevas formulaciones de productos a base de amaranto y auditorías internas y externas.



## 1. ANTECEDENTES GENERALES

El Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá –INCAP–, es un centro especializado en la investigación en alimentación y nutrición, con sede en la ciudad de Guatemala y oficinas en cada uno de sus estados miembros: Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá y República Dominicana.<sup>1</sup> A continuación se muestra la descripción de los antecedentes generales del instituto.

### 1.1. Nombre de la empresa

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá –INCAP–.

Figura 1. Logotipo del INCAP



Fuente: INCAP.

<sup>1</sup> INCAP. <http://www.incap.int/index.php/es/acerca-de-incap>. Consultado: enero de 2017.

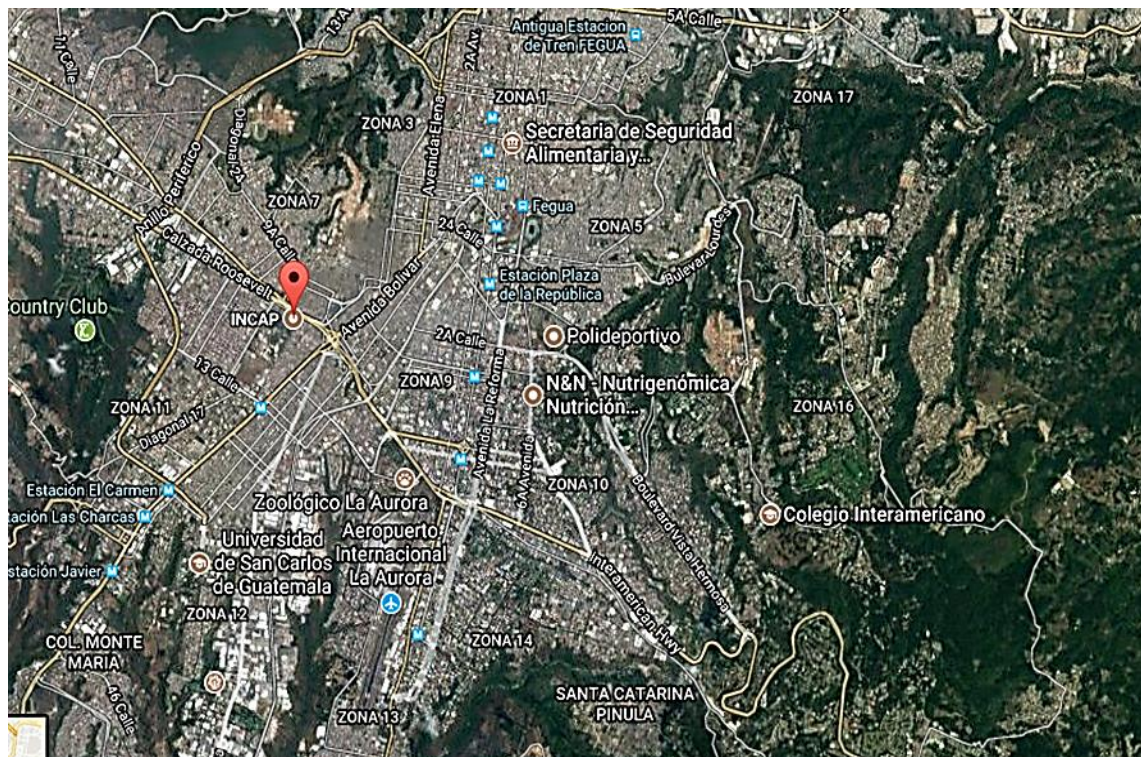
## 1.2. Información general

Es importante conocer la información general del instituto, ya que muestra desde la ubicación hasta la estructura organizacional.

### 1.2.1. Ubicación

Calzada Roosevelt 6-25 zona 11, Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala.

Figura 2. Ubicación del INCAP



Fuente: *Ubicación del INCAP*. <https://www.google.com.gt/maps/place/INCAP/@14.5906751,-90.4980541,6013m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0xe1cdc8268df3d391!8m2!3d14.6156859!4d-90.5399609>. Consulta: junio de 2017.

### **1.2.2. Reseña histórica**

El Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá –INCAP–, fue fundado con la cooperación de la Oficina Sanitaria Panamericana y la Fundación W. K. Kellogg, en virtud de un Convenio suscrito por los Estados de Centroamérica y la Oficina Sanitaria Panamericana el 20 de febrero de 1946. En ese año los representantes de los Ministerios de Salud de los seis países de Centroamérica y Panamá se reunieron por primera vez en la ciudad de Guatemala para planificar la creación del instituto. Poco era lo que entonces podrían haber visualizado de lo que llegaría a ser el INCAP, en prestigio mundial e influencia, años más tarde. Sí tuvieron, sin embargo, la visión de proponer un convenio básico que hizo posible su materialización y desarrollo.

A partir de enero de 1955, el INCAP quedó establecido como entidad técnica permanente cuyo objetivo es el de contribuir al desarrollo de la ciencia de la nutrición, fomentar su aplicación práctica y fortalecer la capacidad técnica de los estados centroamericanos para solucionar los problemas de alimentación y nutrición.

Actualmente el INCAP es un organismo especializado en alimentación y nutrición, del Sistema de Integración Centroamericana –SICA–, manteniendo su sede en la Ciudad de Guatemala, y son miembros en propiedad: Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y República Dominicana, así como la Organización panamericana de la Salud, con oficinas de Cooperación Técnica de INCAP en cada país miembro.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Consulta: INCAP (folleto informativo).

Figura 3. **Instalaciones del INCAP**



Fuente: *Instalación del INCAP.*

[https://www.ischool.utexas.edu/~gpasch/tesis/pages/guatemala/res01/www\\_incap\\_org\\_gt.html](https://www.ischool.utexas.edu/~gpasch/tesis/pages/guatemala/res01/www_incap_org_gt.html).

Consulta: agosto de 2017.

### **1.2.3. Misión**

El principal objetivo de la misión en el INCAP es definir a qué se dedica y los medios que utiliza. A continuación se describe la misión del instituto.

“Apoyar los esfuerzos de los Estados Miembros, brindando cooperación técnica para alcanzar y mantener la seguridad alimentaria nutricional de sus poblaciones, mediante sus funciones básicas de investigación, información, comunicación, asistencia técnica, formación y desarrollo de recursos humanos, movilización de recursos financieros y no financieros en apoyo a su misión”.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> *Acerca de INCAP.* <http://www.incap.int/index.php/es/acerca-de-incap>. Consulta: agosto de 2017.

#### **1.2.4. Visión**

La visión es el objetivo a futuro que el instituto tiene, a dónde quiere llegar y a qué es lo que aspira. El funcionamiento del instituto gira en torno a su visión, por lo tanto, la visión del instituto es: “el INCAP en el marco de la integración centroamericana es ser una institución líder, auto-sostenible y permanente en el campo de alimentación y nutrición en Centroamérica y más allá de sus fronteras”.<sup>4</sup>

#### **1.2.5. Marco jurídico**

“El INCAP se rige legalmente bajo los estatutos de un convenio básico firmado por los representantes de la Repúblicas de Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y República Dominicana, como Estados Miembros, y la Organización Panamericana de la Salud –OPS–. Este convenio se conoció en 1946 pero entró en vigor hasta el 1 de enero de 1955, fecha en la que el Instituto quedó establecido como entidad técnica permanente cuyo objetivo es el de contribuir al desarrollo de la ciencia de la nutrición, fomentar su aplicación práctica y fortalecer la capacidad técnica de sus estados para solucionar los problemas de alimentación y nutrición.

El consejo directivo del INCAP es el órgano supremo del Instituto y está conformado por los ocho ministros de salud de los Estados Miembros y la Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud. Sus instancias técnicas asesoras son: el Consejo Consultivo, integrado por los directores generales de salud designados por cada ministro de salud y el comité asesor externo, integrado por expertos a nivel centroamericano e internacional, nombrados por la dirección del INCAP en consulta con el consejo directivo”.<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> *Ibíd.*

<sup>5</sup> Consulta: INCAP (folleto informativo).



## 1.2.6. Estructura organizacional

“La estructura organizacional del INCAP, comienza con el Consejo Directivo siendo éste el órgano máximo de dirección del Instituto, integrado por los Ministros de Salud de los ocho Estados Miembros (Belize, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá y República Dominicana) y la Directora de la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS)”.<sup>6</sup>

Figura 4. Organigrama del INCAP



Fuente: INCAP. *Estructura Organizacional del INCAP*. Consulta: agosto de 2017.

<sup>6</sup> *Acerca de INCAP*. <http://www.incap.int/index.php/es/acerca-de-incap>. Consulta: agosto de 2017.

### **1.3. Funciones básicas**

El INCAP como instituto de investigación orienta sus funciones al desarrollo de la Iniciativa Centroamericana de Seguridad Alimentaria y Nutricional, como estrategia para combatir los efectos de la pobreza y promover el desarrollo humano, para lo cual cuenta con funciones como asistencia técnica directa, promoviendo la mejora de la alimentación para una buena nutrición, para lo que es necesaria la información, comunicación y la movilización de los recursos financieros y no financieros.

#### **1.3.1. Asistencia técnica directa**

“Fortalecen la capacidad operativa de las instituciones nacionales y regionales mediante nuevos enfoques metodológicos y de evaluación a fin de promover la aplicación y transferencia de tecnología, educación alimentaria y nutricional a nivel de políticas, programas y proyectos con proyección comunitaria, y a su vez desarrollar modelos para evaluar los productos efectos de dicha cooperación.”<sup>7</sup>

#### **1.3.2. Formación y desarrollo de recursos humanos**

“Identifican necesidades, desarrollando programas de adiestramiento, tutorial, residencia, etc.; así mismo, apoyando procesos de formación y capacitación de recursos humanos en alimentación y nutrición, producción de material técnico-educativo, generando estrategias innovadoras en los Estados Miembros”.<sup>8</sup>

#### **1.3.3. Investigación**

“Realizan investigaciones a todo nivel, con énfasis en investigaciones operacionales en búsqueda de soluciones a los problemas prioritarios, promoviendo las relaciones mediante

---

<sup>7</sup> Ibídem.

<sup>8</sup> Consulta: INCAP (folleto informativo).

redes de cooperación científico-técnica, para establecer o fortalecer la capacidad de investigación de los Estados Miembros mediante la realización de actividades de capacitación e universidades y centros de investigación e instituciones afines al quehacer institucional”.<sup>9</sup>

Una de las mayores investigaciones en alimentos del instituto fue la formulación de la Incaparina (atol a base de maíz y soya), realizada por el investigador y científico Dr. Ricardo Bressani.

Figura 5. **Dr. Ricardo Bressani**



Fuente: *Dr. Ricardo Bressani*. <http://www.fundacore.org/Dr%20Bressani.jpg>. Consulta: agosto del 2017.

#### **1.3.4. Información y comunicación**

“Sistematizan, organizan, difunden y transmiten información científico-técnica en salud, alimentación y nutrición a los diferentes niveles y sectores de los Estados Miembros y la comunidad internacional, con el objeto de apoyar la toma de decisiones y fortalecer los

---

<sup>9</sup> *ibídem*.



centros de documentación, así como los procesos de planificación, implementación y evaluación de acciones en alimentos y nutrición a nivel nacional subregional”.<sup>10</sup>

### **1.3.5. Movilización de recursos financieros y no financieros**

“Promueven las acciones necesarias destinadas a la recaudación y manejo de recursos financieros tecnológicos, humanos e institucionales, para asegurar una fuente de ingresos diversificada y permanente, promoviendo servicios y transferencia de tecnologías en alimentación y nutrición”.<sup>11</sup>

## **1.4. Principales campos de trabajo del INCAP**

La principal función de los campos de trabajo del INCAP está en difundir conocimiento de alimentación y nutrición, para lo que cuenta con articulación de redes regionales, convenios y alianzas estratégicas y desarrollo de proyectos de investigación.

### **1.4.1. Articulaciones de redes regionales**

“Articulaciones de redes regionales en diversas áreas de la alimentación y nutrición, incluyendo: Red Regional de Laboratorios de Alimentos y Bioquímica Nutricional; Red Regional de Instituciones de Investigación de Enfermedades Crónicas RIIEC-; Comisión Regional de Micronutrientes y Alimentos Fortificados de Centroamérica y República Dominicana –CORMAF–, Comisión Técnica Regional de Enfermedades Crónicas y Cáncer –CTCC–”.<sup>12</sup>

---

<sup>10</sup> *Ibíd.*

<sup>11</sup> *Ibíd.*

<sup>12</sup> *Ibíd.*

### **1.4.2. Convenios y alianzas estratégicas**

“Convenios y Alianzas Estratégicas con Instituciones del Sistema de Integración Centroamericana –SICA–; Consejo Superior Universitario de Centroamérica y República Dominicana –CSUCA– y Comisión para el Desarrollo Científico y Tecnológico de Centro América y Panamá –CTCAP–, convenios con Organizaciones de las Naciones Unidas como FAO, UNICEF, PMA, Organizaciones de USAID, Embajada de Suecia entre otros. Estas acciones conjuntas fortalecen el marco de desarrollo de estrategias innovadoras sectoriales y globales relacionadas al tema de la alimentación y nutrición y sus determinantes”.<sup>13</sup>

### **1.4.3. Desarrollo de proyectos de investigación**

“Desarrollan proyectos de investigación en diferentes áreas de la alimentación y nutrición en Centro América y República Dominicana en alianza con universidades y centros de investigación incluyendo: Universidad de Johns Hopkins, Universidad de Harvard, Universidad de Michigan, Universidad de Washington, en St. Louis y Corporación RAND, con énfasis en los temas de prevención en las Enfermedades No Transmisibles Relacionadas a la Nutrición”.<sup>14</sup>

## **1.5. Áreas técnicas del INCAP**

El INCAP cuenta con cuatro áreas técnicas: Nutrición y Micronutrientes, Enfermedades Crónicas Relacionadas a la Nutrición, Formación y Desarrollo de Recursos Humanos en Seguridad, Planificación, Monitoreo y Evaluación, las cuales tienen como función promover y aplicar la educación alimentaria y nutricional, ofreciendo a la población mejorar el estado de vida referente a este tema, ya que la desnutrición es uno de los problemas que más afectan el país.

---

<sup>13</sup> *Ibíd.*

<sup>14</sup> *Ibíd.*

### **1.5.1. Nutrición y micronutrientes**

Según la dirección del INCAP y el Consejo Directivo conformado por los ministros de salud de los ocho países miembros del Sistema de Integración Centro Americana –SICA–, las funciones de la Unidad de Nutrición y Micronutrientes son las siguientes:

- Fortalecimiento de los programas de reducción de la desnutrición crónica, priorizando en la Ventana de Oportunidad de los Mil Días.
- Prevención y control de problemas de salud pública asociados a los micronutrientes.
- Iniciativas de seguridad alimentaria y nutricional a nivel regional, nacional y local.
- Comisiones Nacionales de Micronutrientes.
- Comisión Regional de Micronutrientes y Alimentos Fortificados de Centroamérica y República Dominicana.
- Red Regional de Laboratorios y Composición de Alimentos y Bioquímica Nutricional.<sup>15</sup>

### **1.5.2. Enfermedades crónicas relacionadas a la nutrición**

Según la dirección del INCAP y el Consejo Directivo conformado por los ministros de salud de los ocho países miembros del Sistema de Integración

---

<sup>15</sup> *Ibíd.*

Centro Americana –SICA–, las funciones de la Unidad de Enfermedades Crónicas Relacionadas a la Nutrición son las siguientes:

- Investigación en epidemiología nutricional, modelos de intervención y evaluación de políticas y programas en prevención y control de enfermedades crónicas relacionadas a la nutrición.
- Capacitación y educación continua a profesionales de salud e investigadores científicos.
- Fortalecimiento de instituciones, en particular a través de la Red de Instituciones de Investigación de Enfermedades Crónicas –RIIEC–, la Comisión Técnica de Enfermedades Crónicas y Cáncer –CTCC– y las Comisiones Nacionales de Enfermedades Crónicas.<sup>16</sup>

### **1.5.3. Formación y desarrollo de recursos humanos en seguridad alimentaria y nutricional**

Según la dirección del INCAP y el Consejo Directivo conformado por los ministros de salud de los ocho países miembros del Sistema de Integración Centro Americana –SICA–, las funciones de la Unidad de Formación y Desarrollo de Recursos Humanos en Seguridad Alimentaria y Nutricional son las siguientes:

- Formación Académica en diferentes niveles.
- Capacitación a grupos, generando estrategias innovadoras con las modalidades presencial, virtual y en terreno.

---

<sup>16</sup> *Ibíd.*

- Programas de adiestramiento tutorial, residencia, pasantías de investigadores asociados.
- Formación y capacitación a distancia a través del Portal Educativo y Aula Virtual del INCAP en modalidad *e-learning*, *blended-learning* y de autoformación dirigida.
- Producción de material técnico-educativo digital e impreso.<sup>17</sup>

#### **1.5.4. Planificación, monitoreo y evaluación**

Según la dirección del INCAP y el Consejo Directivo conformado por los ministros de salud de los ocho países miembros del Sistema de Integración Centro Americana –SICA–, las funciones de la unidad de Planificación, Monitoreo y Evaluación son las siguientes:

- Metodología para la evaluación, vigilancia y monitoreo de políticas y programas dirigidos a la reducción de la desnutrición de deficiencia de micronutrientes.
- Fortalecimiento en métodos y técnicas de vigilancia alimentaria nutricional.
- Apoyo en el diseño, implementación y análisis de estudios y encuestas en alimentación y nutrición.
- Monitoreo de programas de fortificación de alimentos.

---

<sup>17</sup> *Ibíd.*

- Sistemas de información para la vigilancia de la alimentación y nutrición.<sup>18</sup>

## **1.6. Alimentos nutricionalmente mejorados desarrollados por el INCAP**

Los alimentos nutricionalmente mejorados son aquellos que se modifican en su composición original con la adición de nutrientes esenciales para satisfacer las necesidades principales en la alimentación de la población. Este tipo de alimentos tienen efecto beneficioso en las personas y evitan posibles enfermedades.

### **1.6.1. Incaparina**

“Su nombre se debe a que fue desarrollada como un proyecto del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). El Dr. Ricardo Bressani, uno de los investigadores más importantes en fortificación de alimentos del INCAP, formuló esta bebida en 1959. La Incaparina es una combinación de harina de maíz y harina de soya, para mejorar su valor nutricional se le agregó más lisina, vitaminas (retinol o vitamina A, tiamina o vitamina B1, riboflavina o vitamina B2, niacina) y hierro”.<sup>19</sup>

Es reconocida a nivel mundial, y luego que se probó con éxito en Guatemala, el modelo sirvió para que otros países de Latinoamérica desarrollaran productos similares para combatir la desnutrición en sus países.

En Guatemala se ha utilizado como alimento complementario de la dieta del Programa de Refacción Escolar, en forma de atole.

---

<sup>18</sup> Ibíd.

<sup>19</sup> ibíd.

La Incaparina es una excelente fuente de carbohidratos, los cuales constituyen la principal reserva energética de niños en crecimiento.

Figura 6. **Incaparina**



Fuente: Incaparina. <http://www.fundacore.org/Dr%20Bressani.jpg>. Consulta: octubre de 2017.

Figura 7. Incaparina lista para consumir



Fuente: *Incaparina lista para consumir*. [http://www.incaparina.com/lista\\_para\\_tomar.php](http://www.incaparina.com/lista_para_tomar.php).

Consulta: octubre de 2017.

### 1.6.2. Bienestarina

La Bienestarina fue creada en el INCAP a través de una serie de formulaciones a base de maíz y soya, siendo un alimento alto en proteína y con gran aporte en cantidades de hierro, calcio y zinc. La empresa de alimentos Nutrica es la que la ha producido durante muchos años, abasteciendo el Programa de Refacción Escolar del Ministerio de Educación.<sup>20</sup>

La Bienestarina contiene:

- Harina de soya desengrasada
- Harina de maíz
- Vitaminas y minerales

<sup>20</sup> INCAP. <http://nutrica.com.gt/nutrica/>. Consulta: 2017.



Figura 8. **Bienestarina**



Fuente: Bienestarina. <https://estudiocuatro.files.wordpress.com/2012/02/bienestarina.jpg>.

Consulta: octubre de 2017.

### **1.6.3. Galleta escolar nutricionalmente mejorada**

El INCAP desarrolló una formulación para la galleta nutricionalmente mejorada, esta era utilizada para los Programas de Refacción Escolar. “Es una mezcla formada por harina de maíz y harina de soya, fortificada con hierro, vitamina A y vitaminas del complejo B (tiamina, riboflavina y niacina). La calidad proteínica es del 80 % en comparación con la caseína (proteína presente en la leche)”.<sup>21</sup> Su forma de consumo es parte de la refacción escolar y es complementada con una bebida líquida, su presentación está lista para consumir por los alumnos. Los países centroamericanos han apreciado las características de este alimento y han estado interesados para introducirlos a sus programas de refacción escolar.

---

<sup>21</sup> *Ibíd.*

La galleta escolar contiene:

- Harina de trigo suave
- Harina compuesta fortificada
- Manteca vegetal
- Azúcar
- Sal
- Polvo de hornear<sup>22</sup>

Figura 9. **Galleta escolar en los programas de alimentación escolar**



Fuente: *Galleta escolar*. <http://www.prensalibre.com/hemeroteca/nace-la-refaccion-escolar>.

Consulta: octubre de 2017.

<sup>22</sup> *Ibidem*.

## 1.7. Semilla de amaranto

La semilla de amaranto es una de las semillas con mayor ventaja nutricional, por ejemplo: proteína, grasa, calorías, carbohidratos, etc. A continuación se muestra información sobre el amaranto, desde su historia hasta los productos hechos a base de este.<sup>23</sup>

### 1.7.1. Definición

El amaranto es una planta que aporta beneficios nutricionales desde la hoja hasta la semilla, calificado como uno de los mejores alimentos de origen vegetal para la dieta alimenticia. Debido al descubrimiento de sus propiedades se ha comenzado la producción en países como México, Perú, China, Estados Unidos y Guatemala.

Figura 10. **Plantación de amaranto**



Fuente: *Plantación de amaranto*. <http://www.elfederal.com.ar/la-planta-sagrada-de-los-incas-que-combate-a-los-transgenicos/>. Consulta: octubre de 2017.

---

<sup>23</sup> *Semilla de amaranto*. <http://www.semillasdechia.com/>. Consulta: octubre de 2017.

### **1.7.2. Reseña histórica**

“Los mayas consideraban al Amaranto como una planta sagrada. Este alimento llegó a ser tan importante como el maíz, frijol, chile, calabaza. Sus hojas eran utilizadas como verduras y en la preparación de tamales, y sus granos los transformaban en harinas para luego mezclarlas con maíz molido y miel de maguey, elaborando el alimento al que llamaban tzoalli”.<sup>24</sup>

Era una alimentación del día a día, sencilla pero balanceada, básicamente compuesta de maíz, frijol, chía y amaranto, completándolo con una gran variedad de plantas silvestres y otras que ellos mismos cultivaban.

### **1.7.3. Características**

La semilla de amaranto ha sido considerada por mucho tiempo como un alimento alto en nutrientes para el consumo humano y animal. Gracias a investigaciones y estudios realizados, se dice que el grano tiene una concentración de proteínas mayor a otras semillas. Contiene gran cantidad en carbohidratos, proteínas y vitaminas.

El amaranto también contiene niacina, calcio, hierro y fósforo. En gran medida es utilizado en la elaboración de cereales y granolas, así mismo la industria química y cosmetóloga también ha utilizado las propiedades de esta planta.

---

<sup>24</sup><http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv30art1.pdf>. Consulta: octubre de 2017

Figura 11. **Grano de amaranto (crudo)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Grano de amaranto (tostado)**



Fuente: elaboración propia.



#### 1.7.4. Cultivo

El cultivo de amaranto es una actividad productiva, viable y rentable. Contiene propiedades nutritivas, agronómicas, industriales y económicas que garantizan el éxito de la cadena nutritiva. Por ser un cultivo de ciclo corto, resistente a las sequías y su alto valor nutricional, su rendimiento económico es mayor al de siembras de otras especies.

Figura 13. Cultivo de amaranto



Fuente: *Cultivo de amaranto*. <http://www.prensalibre.com/economia/amaranto-tef-mijo-y-yuca-cultivos-para-sacar-del-olvido>. Consulta: octubre de 2017.

#### 1.7.5. Productos de amaranto

Existen productos industrializados derivados del amaranto como cereales enriquecidos, harinas, concentrados, granolas y colorantes. Entre los productos que existen en el mercado se puede mencionar:

- Amaranto + maíz: tortillas, atoles, *snack*.
- Amaranto + trigo: pan, pastas, galletas, bolillos.

- Amaranto + semilla de girasol + linaza: palanqueta de amaranto (elaborado en México).
- Amaranto + avena: MYLAVEN es una mezcla especial elaborada en México para enriquecer atoles, licuados, aguas frescas, entre otros.

Figura 14. **Productos de amaranto hechos en México**



Fuente: *Productos de amaranto*. <http://www.prensalibre.com/economia/amaranto-tef-mijo-y-yuca-cultivos-para-sacar-del-olvido>. Consulta: noviembre de 2017.

### 1.7.6. **Propiedades nutritivas**

El grano de amaranto posee grandes ventajas nutricionales sobre los cereales. Su alta calidad de la proteína hace que sea un alimento superior. Su contenido de calcio varía de 217 a 303 mg/g, el de hierro de 21 a 104 mg/g, y el de fósforo de 556 a 600 mg/g. El amaranto es el alimento de origen vegetal más completo, aportando vitaminas A, B, C, B1, B2, B3, contando con alta presencia de aminoácidos como la lisina.<sup>25</sup>

<sup>25</sup> BRESSANI, R. *El amaranto y su potencial*. 1992. Boletín No. 3-4.





## **2. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DEL INCAP**

### **2.1. Falta de nutrientes en los alimentos**

Guatemala es un país cuya población corre alto riesgo de sufrir malnutrición debido a la falta de nutrientes en los alimentos. La agencia de Estándares de Alimentos revela la alta deficiencia de nutrientes en los alimentos. Según dichos registros, entre los alimentos más afectados se encuentra el melón, la sandía y el aguacate. El hierro se ha visto reducido con una pérdida del 70 % en frutas como la manzana, el melón y la uva. Las frutas y las verduras son las más afectadas en la disminución de minerales, vitaminas y proteínas.

### **2.2. Situación actual de desnutrición**

Actualmente la desnutrición es un tema que afecta no solo a Guatemala sino a muchos de los países de América Latina. Para encontrar una solución a esta problemática se debe conocer la situación de desnutrición de los niños en Guatemala.

#### **2.2.1. Situación de desnutrición de los niños en Guatemala**

Guatemala cuenta con grandes índices de desnutrición crónica infantil, que ha cobrado muchas vidas inocentes debido a la falta de interés de las autoridades responsables del tema. Según los datos de UNICEF, cuatro de cada diez niños y niñas menores de cinco años presentan desnutrición crónica, provocando daños irreparables en la salud.

El Tercer Censo Nacional de Talla analizó 459 808 niños y niñas, de los cuales el 45,6 % ha sido clasificado como retardo en talla o desnutrición crónica, lo cual muestra el grave problema que Guatemala cada día tiene que enfrentar.<sup>26</sup>

### **2.2.2. Demografía en Guatemala**

El Instituto Nacional de Estadística (INE) calcula 16,1 millones para el 2015, sin embargo, el Registro Nacional de las Personas (RENAP) se convierte en referencia, ya que según sus datos se superan los 17 millones de personas.

Los registros muestran 17 millones 154 mil 812 personas en Guatemala, de los cuales 6 millones 951 mil 836 son menores.<sup>27</sup>

### **2.2.3. Factores de riesgo asociados a la desnutrición**

Se debe conocer cuáles son los factores de riesgo que se atribuyen a la desnutrición, para evitar que esta problemática continúe afectando a la niñez.

#### **2.2.3.1. Definición de riesgo**

La desnutrición es una enfermedad que es provocada por la falta de alimentos. El riesgo está compuesto por diferentes factores, lo cuales son atribuidos a que los niños no se desarrollen adecuadamente tanto física como intelectualmente, provocándoles limitaciones en su desarrollo.

---

<sup>26</sup> *Retardo en talla.* <https://www.unicef.org/es>. Consulta: noviembre de 2017.

<sup>27</sup> *Población de Guatemala.* <https://www.ine.gob.gt/index.php/estadisticas>. Consulta: septiembre de 2017.

### **2.2.3.2. Definición de factores de riesgo**

Existen estudios que demuestran que la desnutrición también se manifiesta en zonas de crecimiento económico, por lo que se relacionan factores educativos, de salud, patrones de consumo y el deterioro de los medios de la vida de la gente. La desnutrición puede no presentar síntomas, pero puede ser tan grave que cuando ha sido desarrollada el daño ocasionado es irreversible.

### **2.2.4. Áreas con mayor índice de desnutrición**

La desnutrición afecta enormemente a Guatemala, en especial las áreas del Altiplano y el Corredor Seco.

#### **2.2.4.1. Altiplano**

El área del Altiplano de Guatemala, conformada por los departamentos de Quiché, San Marcos, Huehuetenango, Totonicapán y Quetzaltenango, cuenta con gran índice de desnutrición infantil.

##### **2.2.4.1.1. Departamento de Quiché**

Los índices de desnutrición crónica infantil en el departamento de Quiché se encuentran entre los más altos del país, con índices de severidad dos veces más altos que la media nacional. A continuación se muestra una tabla de indicadores del estado nutricional en niños de 3 a 59 meses de edad (%) Quiché 2008/2009.<sup>28</sup>

---

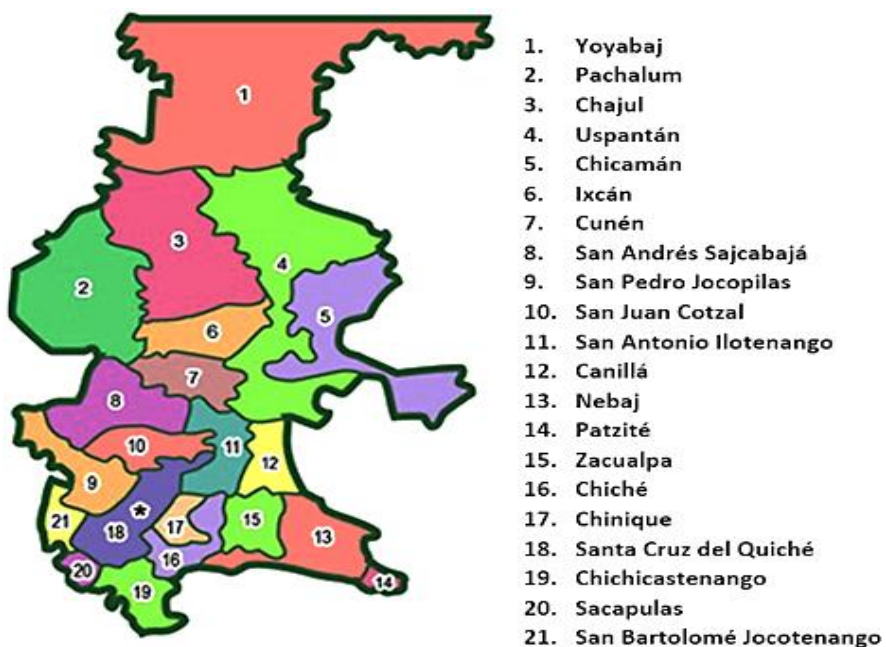
<sup>28</sup> Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, OPS/OMS. *Perfil de País. Departamento de: Quiché*. Guatemala. MSPAS.

Tabla I. **Tabla de indicadores del Departamento de Quiché**

Indicador	Departamento de Quiché
Anemia (6 a 59) meses	47.4 %
Desnutrición crónica severa	39.4%
Total	72.2%
Desnutrición aguda severa	0.6%
Total	1%
Desnutrición global severa	4.5%
Total	21.5%

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, OPS/OMS. *Perfil de País. Departamento de: Quiché.* Guatemala. MSPAS.

Figura 15. **Mapa del Departamento de Quiché**



Fuente: *Mapa del Departamento de Quiché.*

<http://dae.mineco.gob.gt/mapainteractivo/index.php?controller=crm&action=Detalles&id=14>

Consulta: noviembre de 2017.

#### 2.2.4.1.2. Departamento de San Marcos

Las estadísticas de desnutrición crónica apuntan que en el Departamento de San Marcos 55,6 % de la población está afectada, en especial niños y mujeres embarazadas. La Encuesta Nacional de Salud Materna Infantil - ENSMI- cuenta con una tabla de indicadores del estado nutricional en niños de 3 a 59 meses de edad (%) en San Marcos en 2008/2009.<sup>29</sup>

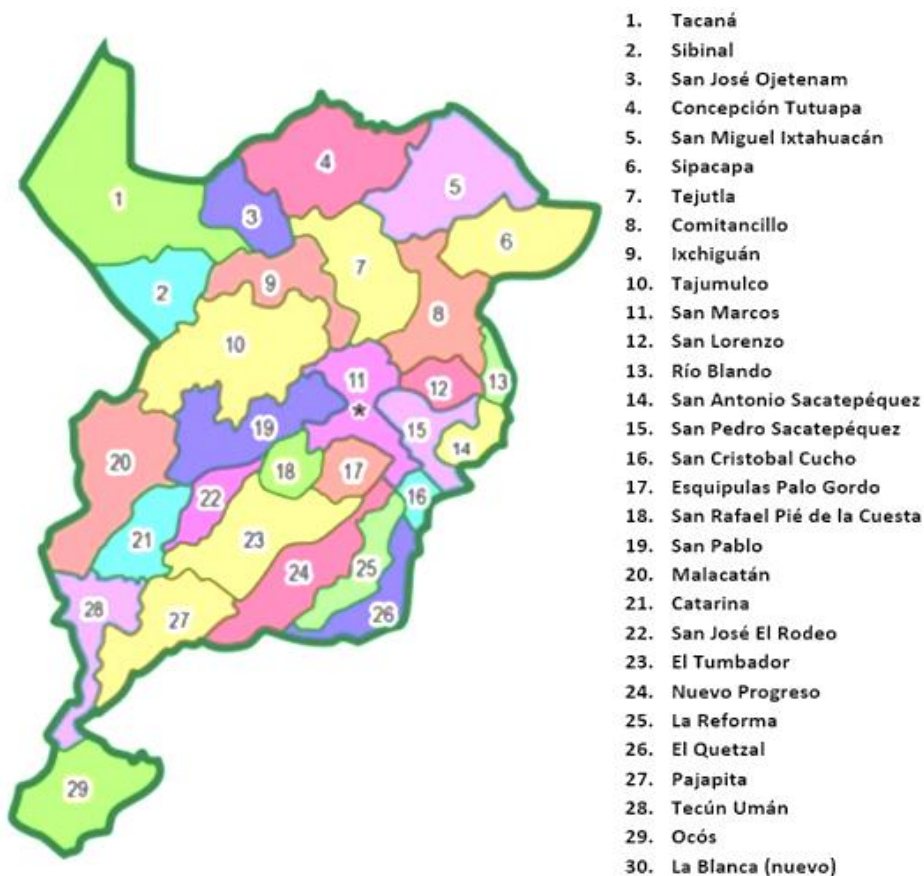
Tabla II. **Tabla de indicadores del Departamento de San Marcos**

Indicador	Departamento de San Marcos
Anemia (6 a 59) meses	52.6 %
Desnutrición crónica severa	21.5 %
Total	53.5 %
Desnutrición aguda severa	1.8%
Total	2.9%
Desnutrición global severa	1%
Total	14.4%

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, OPS/OMS. *Perfil de País. Departamento de: San Marcos. Guatemala. MSPAS*

<sup>29</sup> Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, OPS/OMS. *Perfil de País. Departamento de: San Marcos. Guatemala. MSPAS.*

Figura 16. **Mapa del Departamento de San Marcos**



Fuente: *Mapa del Departamento de San Marcos.*

<http://dae.mineco.gob.gt/mapainteractivo/index.php?controller=crm&action=Detalles&id=17>

Consulta: noviembre de 2017.

### 2.2.4.1.3. Departamento de Huehuetenango

Los índices de desnutrición infantil crónica y global en el departamento de Huehuetenango son más altos que los índices a nivel nacional. Los municipios con mayores casos de desnutrición son Santa Cruz Barillas y San Mateo Ixtatán. A continuación se muestra una tabla de indicadores del estado

nutricional en niños de 3 a 59 meses de edad (%) en Huehuetenango en 2008/2009.<sup>30</sup>

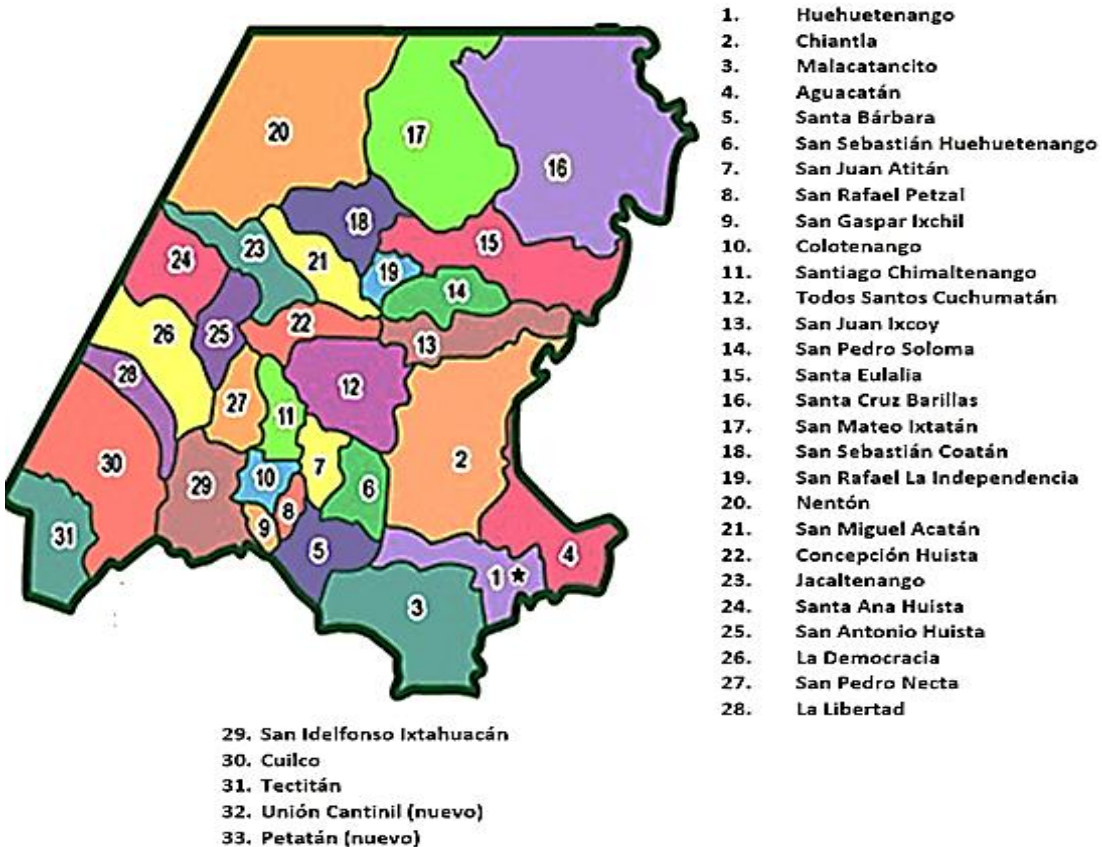
Tabla III. **Tabla de indicadores del Departamento de Huehuetenango**

Indicador	Departamento de Huehuetenango
Anemia (6 a 59) meses	47.7%
Desnutrición crónica severa	36.5%
Total	69.5%
Desnutrición aguda severa	0.1%
Total	1%
Desnutrición global severa	4.2%
Total	20.8%

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, OPS/OMS. *Perfil de País. Departamento de: Huehuetenango.* Guatemala. MSPAS.

<sup>30</sup> Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, OPS/OMS. *Perfil de País. Departamento de: Huehuetenango.* Guatemala. MSPAS.

Figura 17. Mapa del Departamento de Huehuetenango



Fuente: Mapa del Departamento de Huehuetenango.

<http://dae.mineco.gob.gt/mapainteractivo/index.php?controller=crm&action=Detalles&id=>

8. Consulta: diciembre de 2017.

#### 2.2.4.1.4. Departamento de Totoncapán

Los índices de desnutrición infantil crónica y global en el departamento de Totoncapán son más altos que los índices a nivel nacional, aunque muestran una disminución en los últimos años, sin embargo 25 % de los municipios del departamento tienen categoría muy alta de inseguridad alimentaria y nutricional y el 63,5 % categoría alta. La Encuesta Nacional de Salud Materna Infantil –



ENSMI– cuenta con una tabla de indicadores del estado nutricional en niños de 3 a 59 meses de edad (%) en Totonicapán en 2008/2009.<sup>31</sup>

Tabla IV. **Tabla de indicadores del Departamento de Totonicapán**

Indicador	Departamento de Huehuetenango
Anemia (6 a 59) meses	62.2%
Desnutrición crónica severa	48.2%
Total	82.2%
Desnutrición aguda severa	0.5%
Total	0.9%
Desnutrición global severa	3.1%
Total	24.5%

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, OPS/OMS. *Perfil de País. Departamento de: Totonicapán. Guatemala. MSPAS.*

<sup>31</sup> Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, OPS/OMS. *Perfil de País. Departamento de: Totonicapán. Guatemala. MSPAS.*

Figura 18. **Mapa del departamento de Totonicapán**



Fuente: *Mapa del Departamento de Totonicapán.*

<http://dae.mineco.gob.gt/mapainteractivo/index.php?controller=crm&action=Detalles&id=21>

Consulta: diciembre de 2017,

#### **2.2.4.1.5. Departamento de Quetzaltenango**

Según los datos de la Encuesta Nacional de Salud Materna Infantil – ENSMI– 2008/2009, hay una tendencia a la disminución en la relación a la salud que afecta a la niñez guatemalteca. La situación nutricional en menores de

cinco años muestra mejores índices comparados con el nivel nacional, excepto la desnutrición aguda. A continuación se muestra una tabla de indicadores del estado nutricional en niños de 3 a 59 meses de edad (%) en Quetzaltenango en 2008/2009.<sup>32</sup>

Tabla V. **Tabla de indicadores del Departamento de Quetzaltenango**

Indicador	Departamento de Quetzaltenango
Anemia (6 a 59) meses	40.2%
Desnutrición crónica severa	13.1%
Total	43.1%
Desnutrición aguda severa	0.6%
Total	1.5%
Desnutrición global severa	1%
Total	10%

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, OPS/OMS. *Perfil de País. Departamento de: Quetzaltenango.* Guatemala. MSPAS.

<sup>32</sup> Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, OPS/OMS. Perfil de País. Departamento de: Quetzaltenango. Guatemala. MSPAS.

Figura 19. **Mapa del Departamento de Quetzaltenango**



Fuente: *Mapa del Departamento de Quetzaltenango.*

<http://dae.mineco.gob.gt/mapainteractivo/index.php?controller=crm&action=Detalles&id=13>

Consulta: diciembre de 2017.

#### 2.2.4.2. **Corredor seco de Guatemala**

En el 2010, en el área del Corredor Seco, se logró identificar mayores casos de desnutrición aguda en 12 comunidades, para lo que es necesario analizar los departamentos que conforman dicha área.

#### 2.2.4.2.1. Departamento de Chiquimula

En Chiquimula los índices de desnutrición infantil crónica y global son más altos que los índices a nivel nacional. Los municipios con mayores casos de desnutrición se encuentran en los municipios de Jocotán, Camotán y Chiquimula. A continuación se muestra una tabla de indicadores del estado nutricional en niños de 3 a 59 meses de edad (%) en Chiquimula en 2008/2009.<sup>33</sup>

Tabla VI. **Tabla de indicadores del Departamento de Chiquimula**

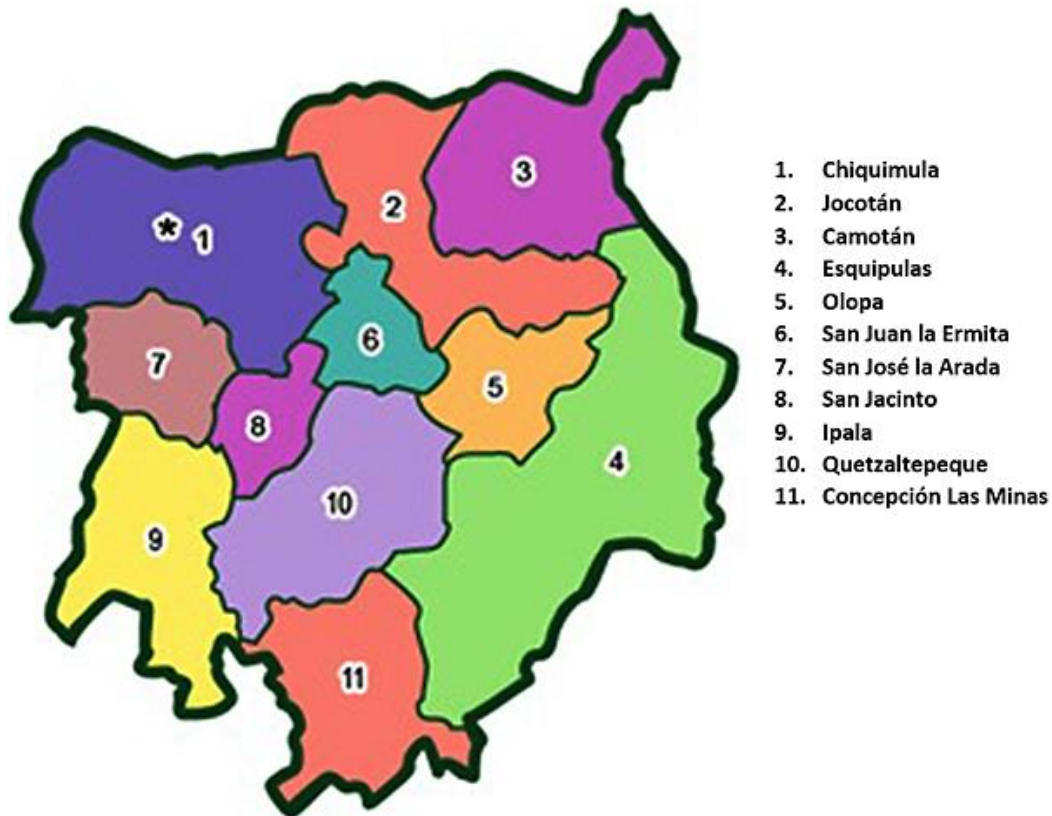
Indicador	Departamento de Chiquimula
Anemia (6 a 59) meses	55.5%
Desnutrición crónica severa	29.1%
Total	61.8%
Desnutrición aguda severa	0.4%
Total	1.2%
Desnutrición global severa	3.7%
Total	16.9%

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, OPS/OMS. Perfil de País.

Departamento de: Chiquimula. Guatemala. MSPAS.

<sup>33</sup> Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, OPS/OMS. Perfil de País. Departamento de: Chiquimula. Guatemala. MSPAS.

Figura 20. **Mapa del Departamento de Chiquimula**



Fuente: Mapa del Departamento de Chiquimula.

<http://dae.mineco.gob.gt/mapainteractivo/index.php?controller=crm&action=detalles&id=4>

Consulta: diciembre de 2017.

#### **2.2.4.2.2. Departamento de Zacapa**

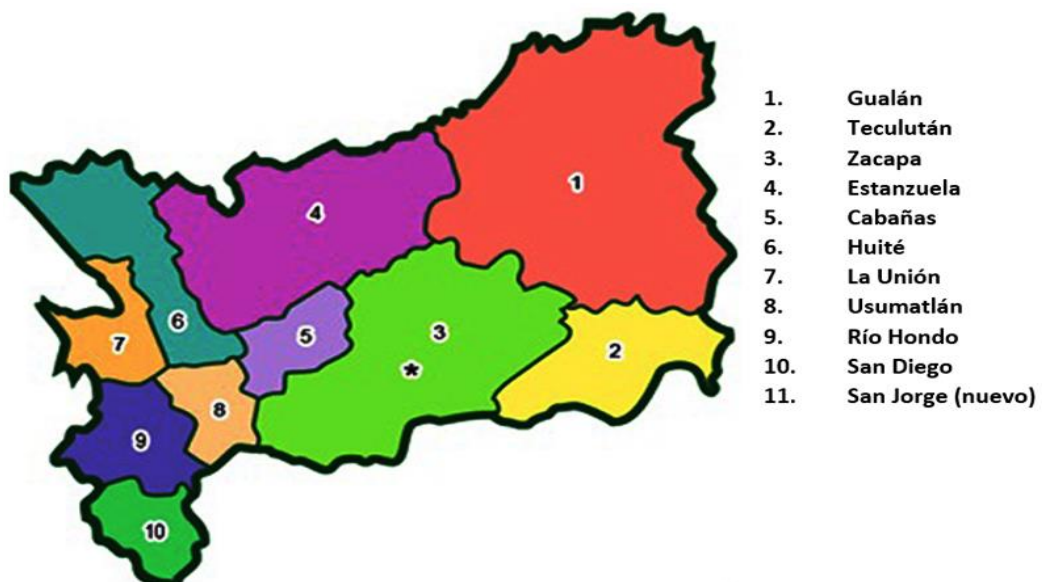
La mortalidad infantil en el Departamento de Zacapa ha disminuido en los últimos años, manteniéndose por debajo de las tasas nacionales. Los indicadores de la Encuesta Nacional de Salud Materna Infantil –ENSMI– 2008/2009 muestran lo siguiente:

Tabla VII. **Tabla de indicadores del Departamento de Zacapa**

Indicador	Departamento de Zacapa
Anemia (6 a 59) meses	53.7%
Desnutrición crónica severa	21.3%
Total	45.9%
Desnutrición aguda severa	0%
Total	0.4%
Desnutrición global severa	3.7%
Total	16%

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, OPS/OMS. Perfil de País.  
Departamento de: Zacapa. Guatemala. MSPAS.

Figura 21. **Mapa del Departamento de Zacapa**



Fuente: Mapa del Departamento de Zacapa.

<http://dae.mineco.gob.gt/mapainteractivo/index.php?controller=crm&action=detalles&id=22>.

Consulta: diciembre de 2017.

### 2.2.4.2.3. Departamento de Jutiapa

El Departamento de Jutiapa es afectado con gran índice de desnutrición infantil, principalmente en la cabecera departamental. Sin embargo, la Encuesta Nacional de Salud Materna Infantil –ENSMI– 2008/2009 muestra una situación ligeramente favorable en comparación con los resultados nacionales. Los siguientes indicadores muestran el estado nutricional en niños de 3 a 59 meses de edad (%) en Jutiapa en 20008/2009.<sup>34</sup>

Tabla VIII. **Tabla de indicadores del Departamento de Jutiapa**

Indicador	Departamento de Jutiapa
Anemia (6 a 59) meses	50.3%
Desnutrición crónica severa	14%
Total	36.8%
Desnutrición aguda severa	0.5%
Total	1.8%
Desnutrición global severa	0.8%
Total	10.6%

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, OPS/OMS. Perfil de País.  
Departamento de: Jutiapa. Guatemala. MSPAS.

<sup>34</sup> Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, OPS/OMS. Perfil de País.  
Departamento de: Jutiapa. Guatemala. MSPAS.



Figura 22. **Mapa del Departamento de Jutiapa**



Fuente: Mapa del Departamento de Jutiapa.

<http://dae.mineco.gob.gt/mapainteractivo/index.php?controller=crm&action=Detalles&id=11>.

Consulta: diciembre de 2017.

#### 2.2.4.2.4. **Departamento de Jalapa**

Jalapa es uno de los departamentos con mayor índice de desnutrición infantil. La prevalencia de retardo en talla en preescolares en dicho departamento es mayor del 50 %, debido a la falta de nutrientes en los alimentos. La Encuesta Nacional de Salud Materna Infantil –ENSMI– 2008/2009 muestra indicadores del estado nutricional en niños de 3 a 59 meses de edad (%) en Jalapa en 2008/2009.<sup>35</sup>

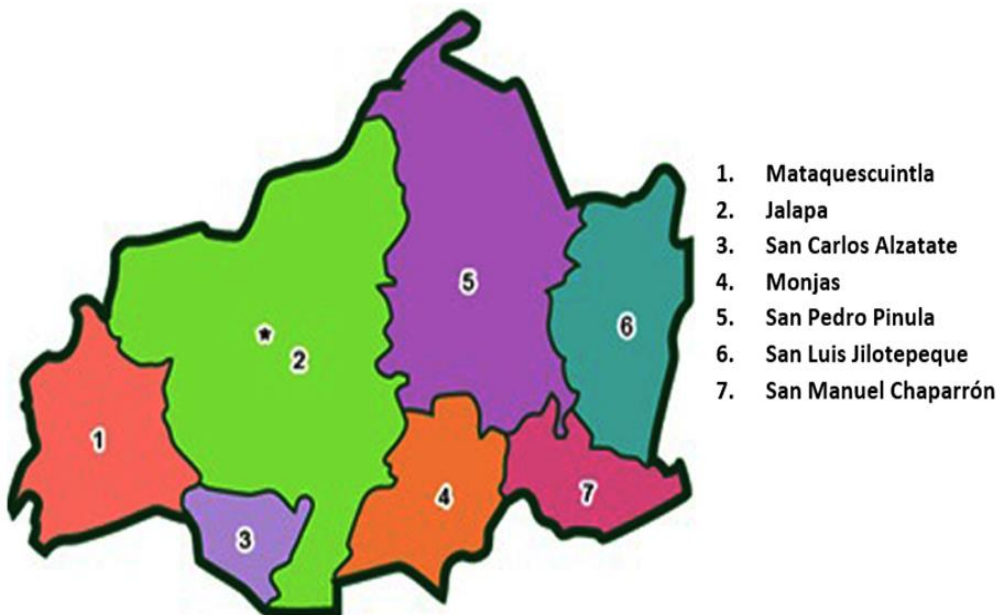
<sup>35</sup> Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, OPS/OMS. Perfil de País. Departamento de: Jalapa. Guatemala. MSPAS.

Tabla IX. **Tabla de indicadores del Departamento de Jalapa**

Indicador	Departamento de Jalapa
Anemia (6 a 59) meses	43.9%
Desnutrición crónica severa	22.9%
Total	49.3%
Desnutrición aguda severa	0%
Total	0.2%
Desnutrición global severa	1.4%
Total	11.6%

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, OPS/OMS. Perfil de País.  
Departamento de: Jalapa. Guatemala. MSPAS.

Figura 23. **Mapa del Departamento de Jalapa**



Fuente: Mapa del Departamento de Jalapa.

<http://dae.mineco.gob.gt/mapainteractivo/index.php?controller=crm&action=detalles&id=10>

Consulta: diciembre de 2017.

## **2.2.5. Estado nutricional en escolares**

El estado nutricional de un niño se refleja en la condición física, basándose en el balance entre sus necesidades y el consumo de los nutrientes y la energía. El estado nutricional se puede observar en el desarrollo físico, cognoscitivo y psicosocial.

### **2.2.5.1. Desarrollo físico**

El desarrollo físico en los niños es tan importante que la falta de este llega a producir desnutrición, ocasionar trastornos y daños en el crecimiento. La alimentación adecuada llena de nutrientes es una fuente de contribución que ayuda a que los pequeños se desarrollen de acuerdo a cada etapa de su vida.

### **2.2.5.2. Desarrollo cognoscitivo**

Para el desarrollo cognoscitivo el niño adquiere nuevas propiedades de percepción, las cuales hacen que sea más observador y crítico. En esta etapa hay un gran avance en la percepción del espacio, localización y tiempo. Aprende nuevas conductas como la de imitar a su padres, hermanos o personas más cercanas. La independencia motora favorece y acelera la exploración de su entorno.<sup>36</sup>

### **2.2.5.3. Desarrollo psicosocial**

En el desarrollo psicosocial los niños aprenden de la interacción social la adaptación, cooperación, firmeza en el sentido de seguridad en sí mismo,

---

<sup>36</sup> *Desarrollo cognoscitivo*. <http://desarrolloysocializaciondelnino.blogspot.com/>. Consulta: diciembre de 2017.

establecimiento de normas que puedan influir en el comportamiento, entre otros. Para ello necesitan un buen desarrollo físico, para lo cual una nutrición adecuada es un gran aporte.<sup>37</sup>

### 2.3. Cultivo actual de la semilla

Los cultivos de la semilla de amaranto son realizados por un grupo de mujeres indígenas del área maya Ixil, en el departamento de Quiché<sup>38</sup>, desarrollando capacidades individuales y colectivas, para poner en marcha la iniciativa de la producción de esta semilla.

Figura 24. Cultivo de la semilla



Fuente: *Cultivo de semilla*. <https://www.ecoagricultor.com/wp-content/uploads/2014/07/bondades-amaranto.png>. Consulta: diciembre de 2017.

---

<sup>37</sup> *Desarrollo psicosocial*. <http://desarrollosocializaciondelnino.blogspot.com/>. Consulta: diciembre de 2017.

<sup>38</sup> INCAP.

### **2.3.1. Selección de semilla**

La selección se realiza a través de los componentes de cada área productiva, con la ayuda de personas expertas en semillas.

### **2.3.2. Selección de la tierra**

Se puede trabajar en las condiciones de terrenos planos o inclinados, para luego comenzar el proceso de la preparación.

### **2.3.3. Preparación de la tierra**

El terreno debe contar con tierra firme, debido a que la semilla es demasiado pequeña. Para ello los agricultores deben conocer y preparar los procesos de siembra.

### **2.3.4. Medición de semilla y abono**

Se realiza a través de la gallinaza, la cual es utilizada como fertilizante, ya que es una excelente fuente de nutrientes. La medición se lleva a través de un quintal de gallinaza y un quintal de tierra negra, para lo que se procede a revolver por horas, dejando almacenar por un tiempo adecuado.<sup>39</sup>

### **2.3.5. Fertilizantes**

Se debe realizar una fertilización, ya que esto mejora el rendimiento y producción de los cultivos, llevando un control adecuado para evitar daños al ambiente, ya que su uso puede ocasionar descontrol ecológico.

---

<sup>39</sup> INCAP a través del proyecto de mujeres agricultoras del departamento de Quiché.

### **2.3.6. Riego**

El cultivo de amaranto es bastante resistente, mucho más que el maíz y el sorgo. En áreas con disponibilidad de riego se debe regar por gravedad o surco.

En la cosecha realizada por el grupo de mujeres agricultoras no se contó con ningún sistema de riego, ya que se sembró en época de lluvia. En época de verano el proceso se hace a través de surco y es necesario regar cada 30 días.

### **2.3.7. Madurez de cosecha**

La etapa de madurez de la cosecha se realiza a través de la identificación de las panojas que presentan cierta apertura o caída de grano en la base de la misma. Los granos presentan cierta dureza cuanto están llegando a su madurez.

### **2.3.8. Costos de inversión**

Según estudios del proyecto de las mujeres agricultoras de semilla de amaranto de Nebaj, Quiché, el costo de inversión por 1m<sup>2</sup> es de Q. 950,00, para lo que la producción de grano en esa medida de tierra es de 120 libras.<sup>40</sup>

## **2.4. Proceso actual de tratamiento de la semilla**

El grupo de mujeres indígenas del área maya Ixil, en el Departamento de Quiché, realizan el proceso de tratamiento de la semilla de Amaranto. Dicho proceso se presenta a continuación:

---

<sup>40</sup> INCAP a través del proyecto de mujeres agricultoras del departamento de Quiché.

Figura 25. **Cultivo de la semilla**



Fuente: *Cultivo de la Semilla de amaranto*. <http://www.la-ea.org/jm3/index.php/inicio?start=5>.

Consulta: diciembre de 2017.

#### **2.4.1. Raleo de panojas**

Esta práctica se lleva a cabo cuando el cultivo tiene entre tres y cuatro semanas de sembrado y antes de que sobrepase los 20 cm de altura<sup>41</sup>, esto se realiza entresacando las plantas que estén muy juntas, para que los nutrientes de la tierra se enfoquen proporcionalmente en las plantas.

#### **2.4.2. Secado**

Se realiza cuando la semilla ya está limpia y se deja secar de dos a tres días al sol, sobre lonas, manta o un piso de concreto; se debe proteger de lluvias y animales. Así se evita que la semilla se pudra y obtenga moho.

---

<sup>41</sup> INCAP a través del proyecto de mujeres agricultoras del departamento de Quiché.

### **2.4.3. Selección de semilla**

Luego de obtener el secado se procede a la selección, la cual consiste en seleccionar la mejor calidad a través de un proceso con un tamiz manual, asegurando que no contenga ningún indicio de presencia de palomilla, gorgojo u otra clase de insecto.

### **2.4.4. Almacenamiento**

El almacenamiento se realiza cuando se tiene la semilla totalmente seca en un lugar fresco, seco y ventilado, utilizando costales limpios y libres de humedad, colocándolos sobre tarimas para evitar el contacto con el suelo.

## **2.5. Identificar mercado de la semilla**

El grupo de mujeres del área maya Ixil también son las encargadas del comercio de la semilla de amaranto, buscando las mejores oportunidades de venta.

### **2.5.1. Seleccionar la mejor oferta**

A través del proyecto “Protagonismo político y económico de mujeres mayas, Ixiles, desde estrategias de empoderamiento, en comunidades rurales de Guatemala”<sup>42</sup>, se logra seleccionar la mejor oferta de semilla a través de la encargada de este grupo, ofreciendo la mejor cosecha obtenida durante el año.

---

<sup>42</sup> INCAP a través del proyecto de mujeres agricultoras del departamento de Quiché.



### **2.5.2. Acordar la entrega del producto en la planta piloto del INCAP**

Realizando los pedidos de semillas, se acuerda la entrega desde el Municipio de Nebaj del Departamento de Quiché, hasta las instalaciones de la planta piloto del INCAP.

Figura 26. **Entrega de producto (amaranto)**



Fuente: elaboración propia.

## 2.6. Descripción del equipo (inventario)

En esta sección se describirá cada equipo a utilizar en los procesos de la elaboración de productos.

### 2.6.1. Maquinaria

La planta piloto cuenta con la maquinaria adecuada para realizar dichos procesos, para lo cual a continuación se presenta su descripción y características.

#### 2.6.1.1. Comal tostador

A través del comal tostador se podrá realizar el proceso de tostado, ya que este cuenta con una manivela de acero inoxidable con la que se puede realizar el movimiento del grano, mientras este realiza su respectivo proceso. Cuenta con la siguiente descripción:

Tabla X. **Características de comal tostador**

Capacidad Máxima	5 libras
Capacidad Mínima	0.25 libras
Medidas	
Alto	80 cm
Diámetro	80 cm

Fuente: elaboración propia.

Figura 27. **Comal tostador**



Fuente: INCAP.

### **2.6.1.2. Molino de martillo**

Su principal operación es transformar el grano de amaranto en harina, verificando que el modelo de tamiz sea el adecuado para poder obtener mayor fineza de la harina. Cuenta con la siguiente descripción:

Tabla XI. **Características de molino de martillo**

Capacidad Máxima	5 qq / hora
Capacidad Mínima	1 libra
Medidas	
Alto	255 cm
Largo	172 cm
Ancho	153 cm

Fuente: elaboración propia.

Figura 28. **Molino de martillo**



Fuente: INCAP.

### 2.6.1.3. Mezcladora industrial

Las mezcladoras industriales son de importante uso en los procesos de la homogenización de componentes sólidos y líquidos para la elaboración de productos. Cuenta con la siguiente descripción:

Tabla XII. **Características mezcladora industrial**

Capacidad Máxima	10 libras
Capacidad Mínima	1 libra
Medidas	
Alto	86 cm
Largo	145 cm
Ancho	136 cm

Fuente: elaboración propia.

Figura 29. **Mezcladora industrial**



Fuente: INCAP.

#### 2.6.1.4. Selladora de plástico

La máquina de sellado se utiliza de forma muy amplia en los procesos. Esta máquina es utilizada a través de termo sellado, reemplazando el método de costura y proporcionando un sellado hermético. Cuenta con la siguiente descripción:

Tabla XIII. **Característica selladora de plástico**

Capacidad	40 bolsas / minuto
Medidas	
Alto	100 cm
Largo	30 cm
Ancho	60 cm

Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **Selladora de plástico**



Fuente: INCAP.

### 2.6.1.5. Balanza analítica

Este tipo de balanza está diseñada para medir pequeñas masas como los gramos. Cuenta con la siguiente descripción:

Tabla XIV. Características de balanza analítica

Capacidad Maxima	40 libras
Medidas	
Alto	12 cm
Largo	20 cm
Ancho	21cm

Fuente: elaboración propia.

Figura 31. Balanza analítica



Fuente: INCAP.

### 2.6.1.6. Horno industrial

Este equipo calienta a una temperatura superior a la del ambiente. Con el calentamiento se llega a la cocción de varios tipos de alimentos, utilizando energía eléctrica y un cilindro de gas. Cuenta con la siguiente descripción:

Tabla XV. **Características horno industrial**

Medidas	
Alto	86 cm
Largo	145 cm
Ancho	136 cm

Fuente: elaboración propia.

Figura 32. **Horno industrial**



Fuente: INCAP.



### 2.6.1.7. Estufa semi-industrial

Este tipo de máquina, a través de la generación de calor, permite calentar los alimentos o llevarlos al punto de cocción, funcionando a través de un cilindro de gas.

Tabla XVI. **Características estufa semi-industrial**

Medidas	
Alto	83 cm
Largo	51 cm
Ancho	145 cm

Fuente: elaboración propia.

Figura 33. **Estufa semi-industrial**



Fuente: INCAP.

### 2.6.1.8. Molino coloidal

Su función es reducir el tamaño de las partículas de un sólido, a través de la pulverización, convirtiendo a un polvo fino y homogéneo. Cuenta con un sistema de enfriamiento para neutralizar la temperatura del motor.

Tabla XVII. **Características de molino coloidal**

Medidas	
Alto	150 cm
Largo	55 cm
Ancho	84 cm

Fuente: elaboración propia.

Figura 34. **Molino coloidal**



Fuente: INCAP.

### 2.6.1.9. Deshidratadora de fruta

Este equipo tiene como función eliminar la humedad presente en un determinado producto, haciendo que quede mucho más estable (baja actividad de agua) y alargando así su tiempo de vida útil.

Tabla XVIII. Deshidratadora de fruta

Medidas	
Alto	240 cm
Largo	112 cm
Ancho	410 cm

Fuente: elaboración propia.

Figura 35. Deshidratadora de fruta



Fuente: INCAP.

### 2.6.1.10. Congelador de platos

Su función consiste en el congelamiento rápido de alimentos en presentaciones planas como repostería, filete de pescado, etc., vegetales como coliflor, brócoli, espárragos y espinaca. Los alimentos son colocados en bandejas entre las placas de refrigeración y se prensan. El período de congelamiento se reduce en un 50 % comparado con un congelador de ráfaga de aire.

Tabla XIX. Congelador de platos

Medidas	
Alto	207 cm
Largo	102 cm
Ancho	150 cm

Fuente: elaboración propia.

Figura 36. Congelador de platos



Fuente: INCAP.

## **2.6.2. Herramientas**

La planta piloto del INCAP cuenta con un equipo de herramientas especiales a utilizar en la elaboración de los productos. A continuación se dan a conocer dichos equipos:

### **2.6.2.1. Ollas industriales**

Las ollas industriales están hechas de acero inoxidable, con el objetivo de brindar gran resistencia a la presión o la oxidación, evitando contaminación de alimentos. La principal función de estas es ayudar en la cocción de grandes cantidades o volúmenes de alimentos, sin la necesidad de contar con ollas para complementar el proceso.

Figura 37. **Ollas industriales**



Fuente: INCAP.

### **2.6.2.2. Rodillos de madera**

Esta herramienta tiene forma cilíndrica de longitud entre los 20 y 40 centímetros. Se utiliza para la elaboración de galletas, pasteles, etc., extendiendo las pastas a utilizar para dichas elaboraciones.

Figura 38. **Rodillos de madera**



Fuente: INCAP.

### **2.6.2.3. Moldes para galletas**

Los moldes son útiles para tomar una mejor medida en las galletas, dándoles un mejor molde, siendo estos las bases para poder ser horneadas.

Figura 39. **Moldes para galletas**



Fuente: INCAP.

#### 2.6.2.4. **Bandejas**

Fabricadas en acero inoxidable y utilizadas para colocar los alimentos que han de ser cocinados en el horno. Son de gran soporte en la elaboración de galletas, pasteles, etc.

Figura 40. **Bandejas**



Fuente: INCAP.





### **3. PROPUESTA PARA LA TRANSFORMACIÓN DE LA SEMILLA**

#### **3.1. Análisis de la transformación de la semilla**

Es necesario analizar las propiedades del amaranto para obtener un mejor provecho de este en la fabricación de los productos.

##### **3.1.1. Propiedades**

“El amaranto posee una fuente de proteínas superior, que puede satisfacer gran parte de la ración recomendada de proteínas para niños; y también pueden proveer aproximadamente el 70 % de energía de la dieta. La semilla de amaranto compite bien con variedades convencionales de trigo que contiene de 12 a 14 % de proteína, con el arroz que contiene de 7 a 10 %, con el maíz que contiene de 9 a 10 % de proteínas y con otros cereales de gran consumo”.<sup>43</sup>

Entre sus propiedades se encuentran: Tiamina, Lisina, Riboflavina, Niacina, Biotina, Ácido Fólico y Hierro; con alto contenido en vitaminas A, C y B. Cuenta con un alto contenido energético-proteínico, de gran importancia en la dieta alimenticia de las personas.

---

<sup>43</sup> *Propiedades del amaranto*. <http://alpuntoycomabanquetes.blogspot.com/2013/02/mole-de-amaranto-con-calabacitas.html>. Consulta: diciembre de 2017.

- Tiamina:

También es conocida como vitamina B1, esta se encuentra en cantidades adecuadas en los cereales no refinados, levadura, leguminosa en grano y nueces, carne magra de cerdo, entre otros animales.<sup>44</sup>

- Riboflavina:

Llamada vitamina B2, es una fuente necesaria en la alimentación de los niños, especialmente a partir de los 10 meses de edad. Esta vitamina se puede encontrar en alimentos animales como la leche y sus derivados, hígados, carnes y pescados.<sup>45</sup>

- Niacina:

Al igual que la riboflavina, esta vitamina está asociada con los gastos energéticos, su función principal está en las hormonas y es esencial para el crecimiento. Se puede encontrar en los siguientes alimentos: carnes, pescado, grano y cereales.<sup>46</sup>

- Biotina:

Esta también es vitamina del complejo B, las mejores fuentes alimentarias son: hígado, yema de huevo, soya y cereales integrales. Ayuda a metabolizar grasas, hidratos de carbono y aminoácidos.<sup>47</sup>

---

<sup>44</sup> INCAP. *Recomendaciones dietéticas diarias*. 2ª. Edición.

<sup>45</sup> *Ibidem*.

<sup>46</sup> *Ibid.*

<sup>47</sup> *Ibid.*

- Hierro:

La falta de hierro es la principal causa de anemia nutricional en los niños y adultos, también se le asocia a otras manifestaciones como alteraciones en el sistema inmunológico, bajo rendimiento escolar en los niños, disminución en la capacidad física de los adultos.<sup>48</sup>

- Vitamina C:

La vitamina C se encuentra en casi todos los tejidos, con mayor concentración en las glándulas suprarrenales, hipófisis y retina. Favorece a la cicatrización de las heridas, aporta también beneficio en funciones del sistema inmunológico, reacciones alérgicas y metabolismo del colesterol.<sup>49</sup>

- Vitamina A:

La falta de vitamina A puede provocar anemia en los niños, retraso en el crecimiento y riesgo a diversas infecciones. Se encuentra mayormente en alimentos con origen animal y aceites de hígado de pescado, así también la leche íntegra de vaca, crema y mantequilla.<sup>50</sup>

### **3.1.2. Composición nutricional**

La composición nutricional muestra el valor energético de un alimento. La siguiente tabla muestra el análisis químico de la semilla de amaranto, mostrando nutrientes como energía, proteína, grasas y carbohidratos,

---

<sup>48</sup> *Ibíd.*

<sup>49</sup> *Ibíd.*

<sup>50</sup> *Ibíd.*

observando que el amaranto cuenta con 12-19 % de proteína<sup>51</sup>, porcentaje ideal para elaborar un alimento para la dieta de la niñez.

Tabla XX. **Composición química del amaranto (g / 100 g)**

<b>Características</b>	<b>Contenido</b>
Proteína (g)	12 – 19
Carbohidratos (g)	71.8
Lípidos (g)	6.1 – 8.1
Fibra (g)	3.5 – 5.0
Cenizas (g)	3.0 – 3.3
Energía (kcal)	391
Calcio (mg)	130 – 164
Fósforo (mg)	530
Potasio (mg)	800
Vitamina C (mg)	1.5

Fuente: *Composición química del amaranto.*

[http://www.academia.edu/7599720/Estudio\\_de\\_Factibilidad\\_del\\_Cultivo\\_del\\_Amaranto.](http://www.academia.edu/7599720/Estudio_de_Factibilidad_del_Cultivo_del_Amaranto)

Consulta: diciembre de 2017.

### **3.1.2.1. Energía**

La energía derivada de los alimentos como el amaranto tiene como objetivo en el organismo humano realizar funciones como reparación de tejidos, actividad de células y órganos. En los niños funciona como energía transformada en la creación de tejidos de crecimiento. La falta de energía y proteína en su alimentación es una de las principales causas de desnutrición.<sup>52</sup>


<sup>51</sup> *Composición nutricional del amaranto.*  
[http://www.academia.edu/7599720/Estudio\\_de\\_Factibilidad\\_del\\_Cultivo\\_del\\_Amaranto.](http://www.academia.edu/7599720/Estudio_de_Factibilidad_del_Cultivo_del_Amaranto)  
 Consulta: 2017.

<sup>52</sup> INCAP. Recomendaciones dietéticas diarias. 2ª. Edición.


### 3.1.2.2. Proteínas

La semilla de amaranto cuenta con 14,45 % de proteína, lo cual la clasifica como una de las semillas con mayor aporte de proteína en la dieta alimenticia, pero un estudio realizado en el área de bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la USAC muestra que el porcentaje de proteína con la que cuenta la harina de semilla de amaranto es de 17,91 %.<sup>53</sup>

Figura 41. Análisis químico del amaranto



Elaborado por: Aura Marina de Marroquín  
Autorizado por: Lic. Miguel Ángel Rodenas



## FORMULARIO BROMATO 7

### INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

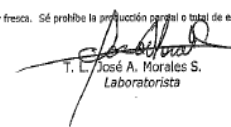
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia  
Escuela de Zootecnia  
Unidad de Alimentación Animal

Solicitado por: **ANA VIRGINIA AGUILAR.**  
Fecha de recibida la muestra: **01-06-2016.**


Dirección: **CIUDAD, GUATEMALA**  
Fecha de realización: **DEL -06 AL 10-06-2016**

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA CRUDA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D %	Lignina %	Dig. Pepsina %
524	HARINA DE SEMILLA DE AMARANTO	SECA	9.45	90.55	6.65	8.74	19.78	3.26	61.86	---	---	---	---	---	---
	COMO ALIMENTO	---	---	---	8.03	7.92	17.91	2.95	---	---	---	---	---	---	---
		SECA													
		COMO ALIMENTO													
		SECA													
		COMO ALIMENTO													
		SECA													
		COMO ALIMENTO													
		SECA													
		COMO ALIMENTO													


**OBSERVACIONES:**  
Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.



T. L. José A. Morales S.  
Laboratorista



Resultados 2016/330  
10/06/16



Lic. Miguel Ángel Rodenas  
Jefe Laboratorio de B

Fuente: INCAP. Análisis químico realizado en la Facultad de Veterinaria de la USAC. Consulta: 2017.

<sup>53</sup> INCAP. Análisis químico realizado en la Facultad de Veterinaria de la USAC. Consulta: 2017.

### 3.1.2.3. Grasas

Las grasas del amaranto cumplen varias funciones en el organismo, como transportar vitaminas solubles en grasa, ayudando a regular la temperatura del cuerpo y transmitiendo mensajes de nervios a los músculos.<sup>54</sup>

### 3.1.2.4. Carbohidratos

Una de las principales funciones de los carbohidratos es la utilización metabólica de las proteínas, ya que estos controlan el metabolismo, el colesterol y los triglicéridos. Los carbohidratos producen mayor saciedad que las grasas y son calificados como la fuente principal de energía de las dietas, encontrándose en almidones y azúcares.<sup>55</sup>

### 3.1.2.5. Tabla nutricional de la semilla de amaranto

A continuación se muestra la tabla nutricional del amaranto. Se presenta la cantidad de energía, proteína, carbohidratos y grasas que contiene.

Tabla XXI. **Tabla nutricional de la semilla de amaranto**

	ENERGÍA (100 g)	PROTEÍNA (100 g)	CARBOHIDRATOS (100 g)	GRASAS (100 g)
Semilla de Amaranto	<b>374 calorías</b>	<b>14.45 %</b>	<b>6.51 %</b>	<b>66.17 %</b>

Fuente: INCAP.

<sup>54</sup> INCAP. *Recomendaciones dietéticas diarias*. 2ª. Edición.

<sup>55</sup> *Ibíd.*

### **3.1.3. Formulación de productos**

Los productos propuestos son galletas y harina para atol, para lo que a continuación se muestra las formulaciones de cada uno.

#### **3.1.3.1. Harina para atol**

El producto de harina para atol es una formulación propuesta con ingredientes que aportan alto contenido nutricional, los cuales son: leche de vaca en polvo instantánea, soya en polvo instantánea y la semilla de amaranto en harina. A continuación se presenta una tabla de la formulación.

Tabla XXII. **Formulación de harina para atol**

<b>Ingrediente</b>	<b>Gramos</b>
Leche de vaca en polvo, instantánea	7
Soya en polvo, instantánea	3.5
Amaranto en harina	24.5
Total	35

Fuente: elaboración propia.

#### **3.1.3.2. Galleta**

La formulación propuesta para la galleta está compuesta por la harina de atol ya antes mencionada, agregándole ingredientes como: levadura para pan, huevo de gallina, grasa, margarina, azúcar y harina de trigo. En la siguiente tabla se muestra la formulación, la cual rinde para 20 galletas, con un peso de 28 gramos aproximadamente.

Tabla XXIII. **Formulación de galletas**

<b>Ingrediente</b>	<b>Gramos</b>
Leche de vaca en polvo, instantánea	21
Soya en polvo, instantánea	10.5
Amaranto en harina	73.5
Levadura para pan	5
Huevo de gallina, yema fresca	103
Margarina (20% grasa) con sal	20
Azúcar	50
Harina de trigo, enriquecida	5
TOTAL	288

Fuente: elaboración propia.

### **3.2. Descripción del producto**

Los productos propuestos son alimentos altos en nutrientes que ayudarán a la fortificación de la dieta de la niñez, siendo productos que aportarán proteína, carbohidratos, grasa y energía, lo cuales ayudarán a un mejor desempeño físico e intelectual.

#### **3.2.1. Harina para atol**

El alto contenido nutricional con el que cuenta la harina para atol hace que esta mezcla compuesta de amaranto, soya y leche aporte proteína, carbohidratos, grasa y energía en cantidades adecuadas para el mantenimiento de una nutrición completa.



### **3.2.2. Galleta**

La galleta ha sido formulada con el objetivo de ofrecer una mejor alimentación a la niñez, al igual que la harina para atol contiene grandes cantidades de proteína, carbohidratos, entre otros; su presentación es en porciones de 28 gramos aproximadamente, lo recomendado para cumplir con las porciones con que debe contar una refacción.

### **3.3. Materiales**

Además de la materia prima y los insumos, se utilizará otros materiales en la elaboración de los productos, tales como:

- Bolsas de empaque
- Cajas de cartón
- Tablero
- Lapiceros
- Calculadora
- Termómetro
- Cronómetro
- Computadora
- Impresora
- Hojas
- Escobas
- Trapeadores
- Soluciones de limpieza
- Equipo de seguridad e higiene industrial

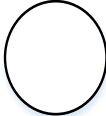

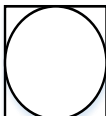
### 3.4. Procesos

Para la elaboración de los productos se deben utilizar los diagramas de operación, flujo y recorrido, sirviendo de guía y, así mismo, obteniendo procesos más eficientes.

#### 3.4.1. Diagrama de operación

Con la ayuda del diagrama de operaciones se puede observar el orden de los materiales, procesos e inspecciones, con el objetivo de crear un mejor análisis y proporcionar una imagen clara de los procesos, evitando pérdida en el manejo de material y cuellos de botella.<sup>56</sup>

Figura 42. **Simbología de diagrama de operación**

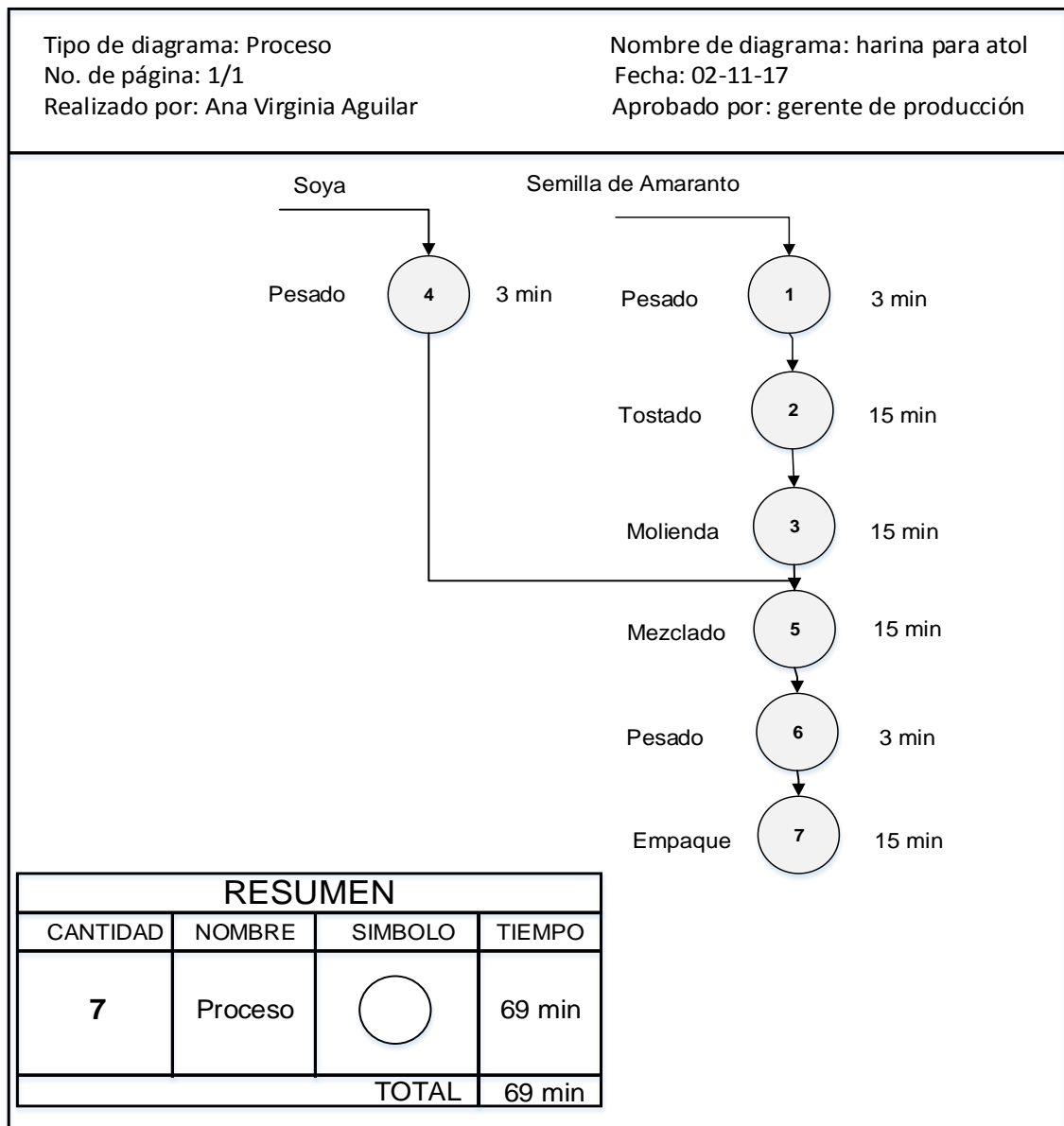
	OPERACIÓN	Indica las principales fases del proceso: agregar, modificar, etc.
	INSPECCIÓN	Verifica calidad y cantidad
	COMBINADA	Variar actividades

Fuente: elaboración propia.

<sup>56</sup> GARCÍA, R. *Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2ª, edición. Consulta: 2017.

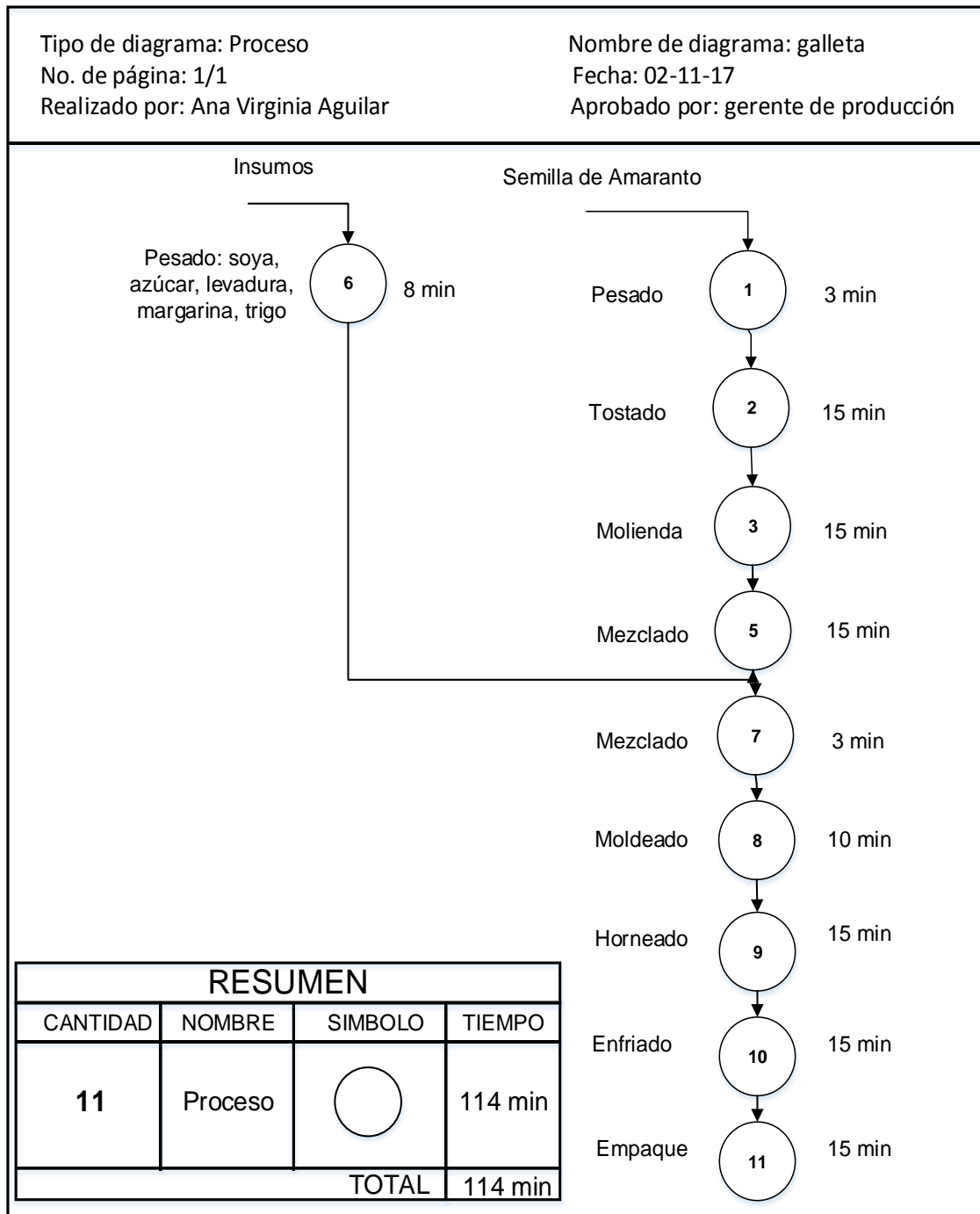
Los siguientes diagramas muestran los procesos actuales de los productos, para lo que en el capítulo 4 de esta investigación se realiza una mejora de diagramas para poder obtener una producción más eficiente.

Figura 43. **Estructura de diagrama actual de operación de harina para atol**



Fuente: INCAP.

Figura 44. Estructura de diagrama actual de operación para galletas

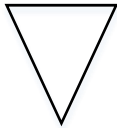
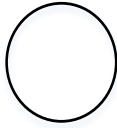
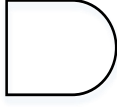

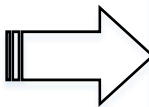
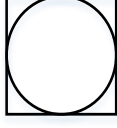


Fuente: INCAP.

### 3.4.2. Diagrama de flujo

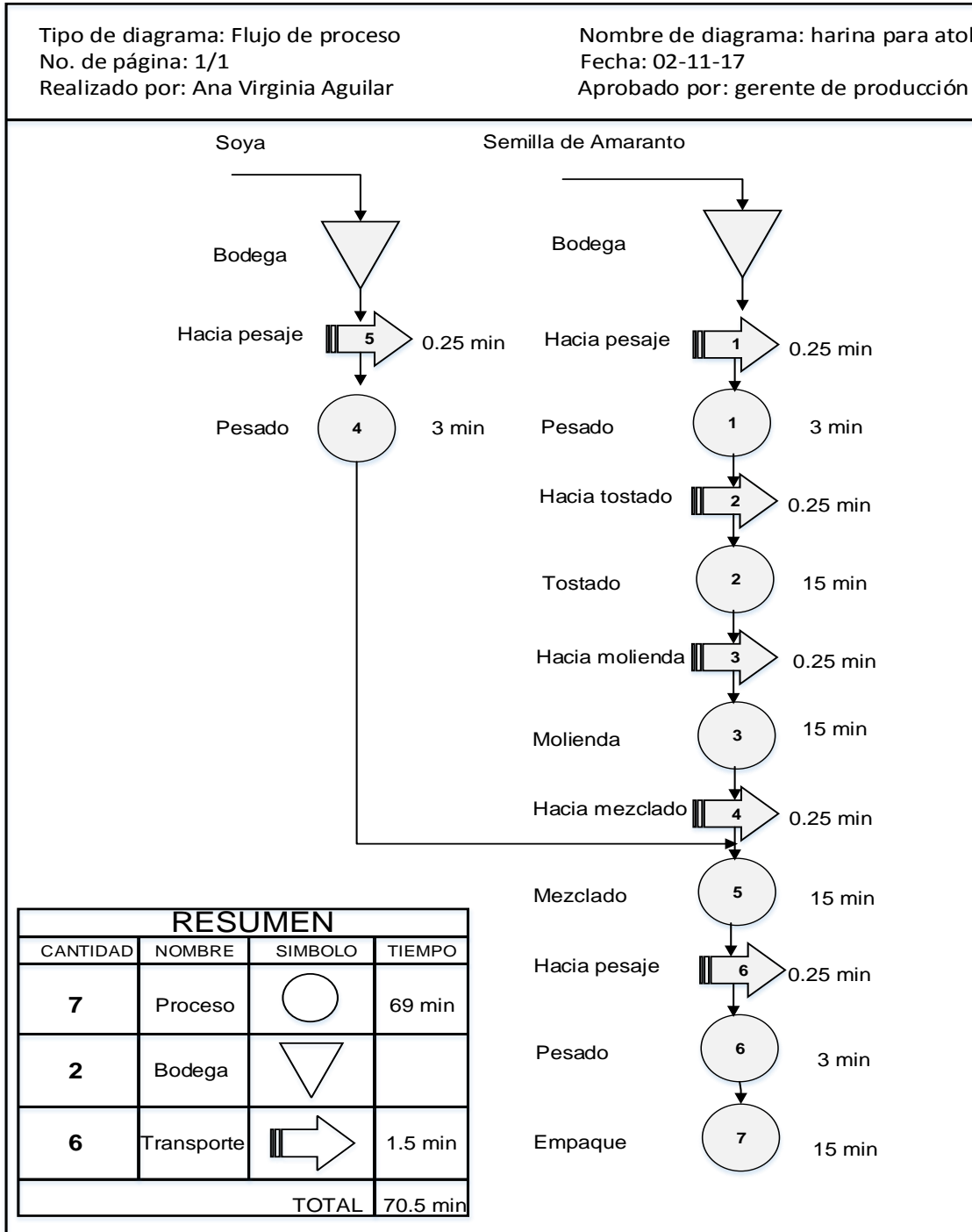
En este diagrama se mostrará la secuencia de las operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que ocurren en la producción de la harina para atol y la galleta, con el propósito de proporcionar una imagen clara de los procesos.

Figura 45. **Simbología de diagrama de flujo**

	ALMACENAMIENTO	Depósito de materiales en bodega
	OPERACIÓN	Indica las principales fases del proceso: agregar, modificar, etc.
	DEMORA	Indica la demora entre dos operaciones
	INSPECCIÓN	Verifica calidad y cantidad
	TRANSPORTE	Indica el movimiento de materiales de un lugar a otro
	COMBINADA	Variar actividades

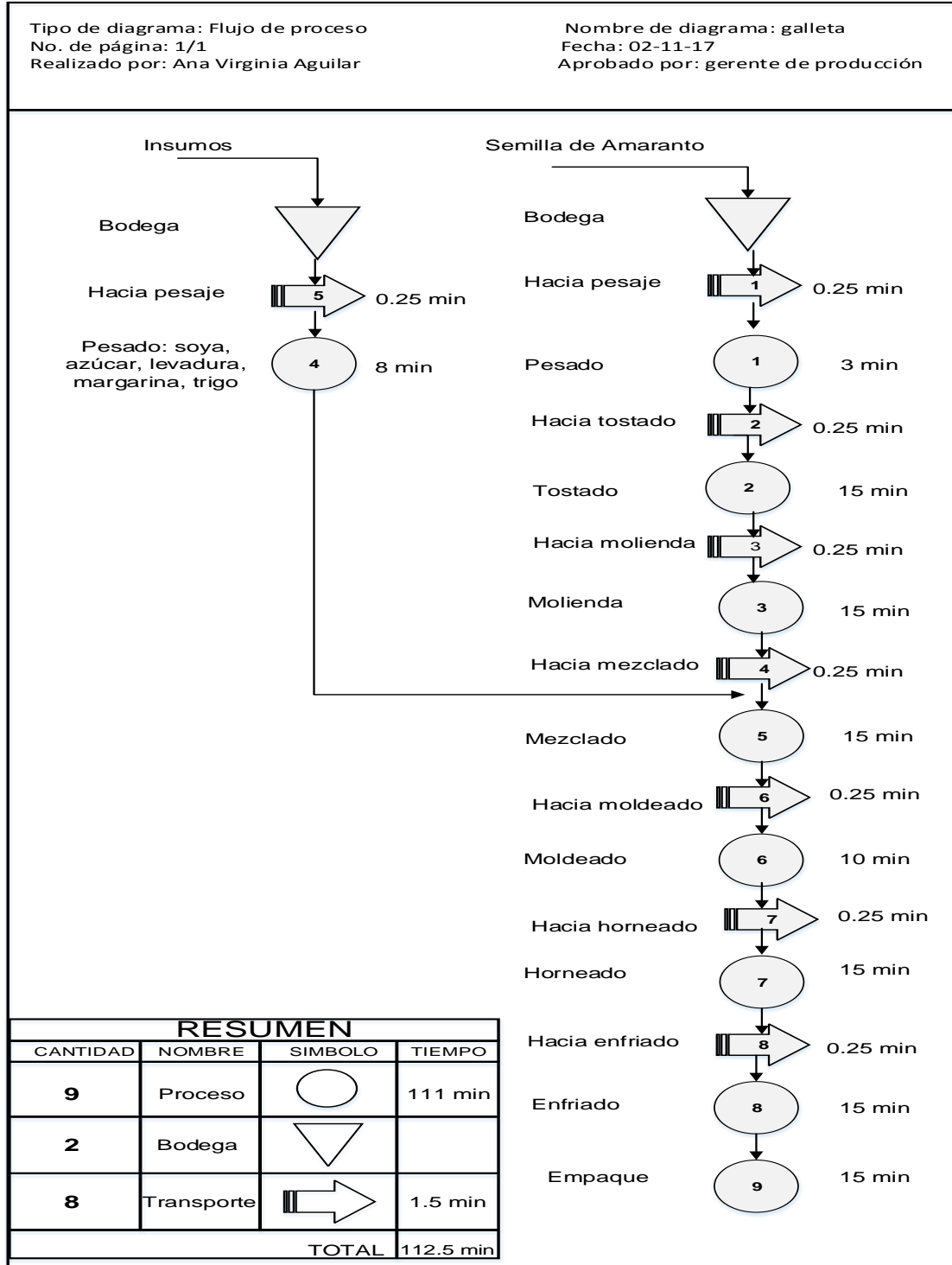
Fuente: elaboración propia.

Figura 46. Estructura de diagrama actual de flujo de harina para atol



Fuente: INCAP.

Figura 47. Estructura de diagrama actual de flujo para galleta



Fuente: INCAP.

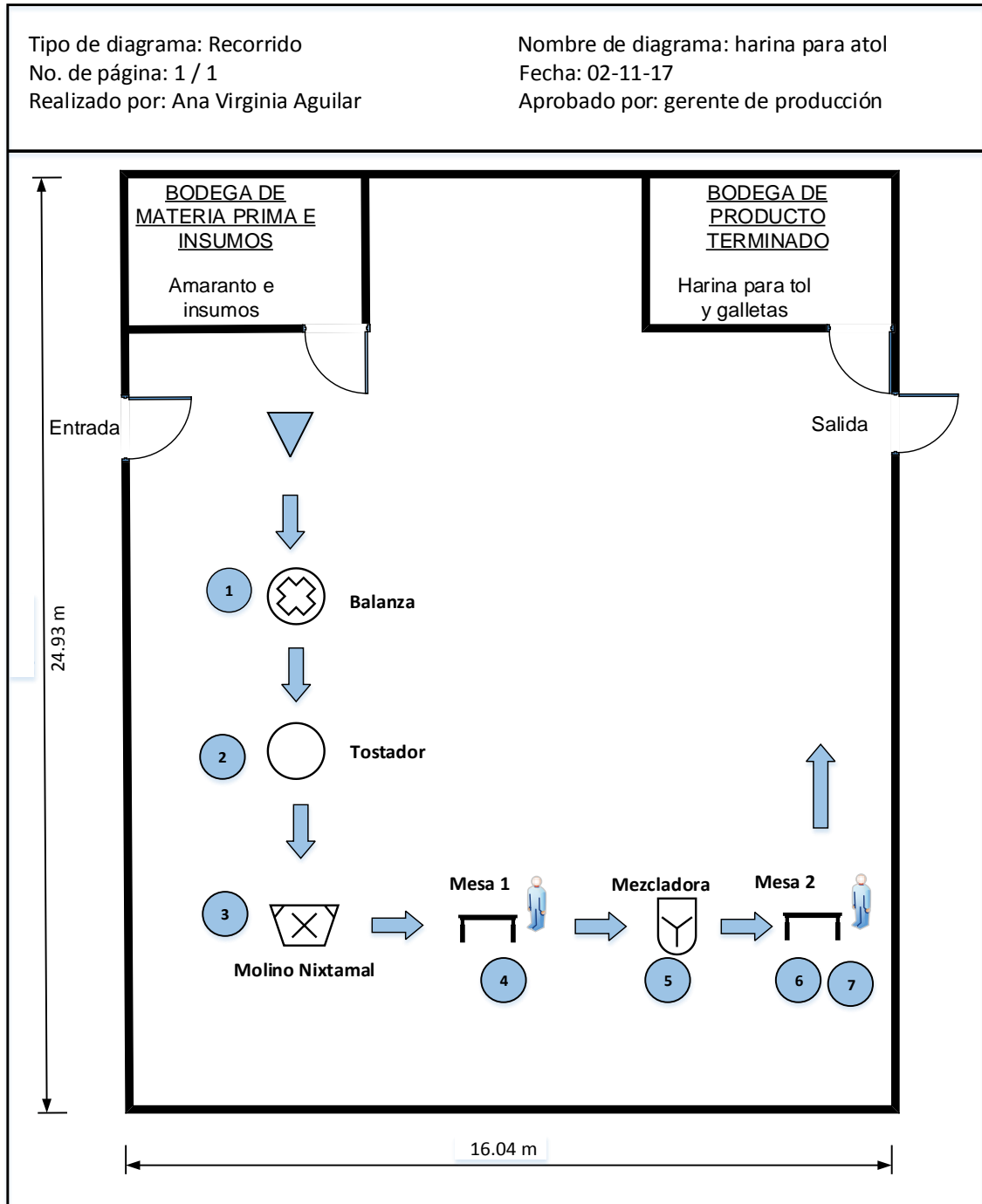
### **3.4.3. Diagrama de recorrido**

Este diagrama de recorrido muestra gráficamente el flujo de materiales dentro de la planta, a través de una máquina a otra. Las actividades para el proceso de fabricación de harina para atol son las siguientes:

- La materia prima y los insumos son almacenados en la bodega, la cual se encuentra en condiciones adecuadas para almacenar productos alimenticios.
- El amaranto, que es la materia prima, es llevado a la balanza, para luego ser tostado.
- Cuando el tostado se encuentra a temperatura ambiente, este es procesado hacia harina en el molino de martillo, obteniendo la harina lista para la mezcla.
- Los insumos (leche y soya) son agregados en una mezcladora junto con la harina de amaranto, para luego ser empacados y llevados a la bodega de producto terminado.



Figura 48. Estructura de diagrama actual de recorrido de harina para atol

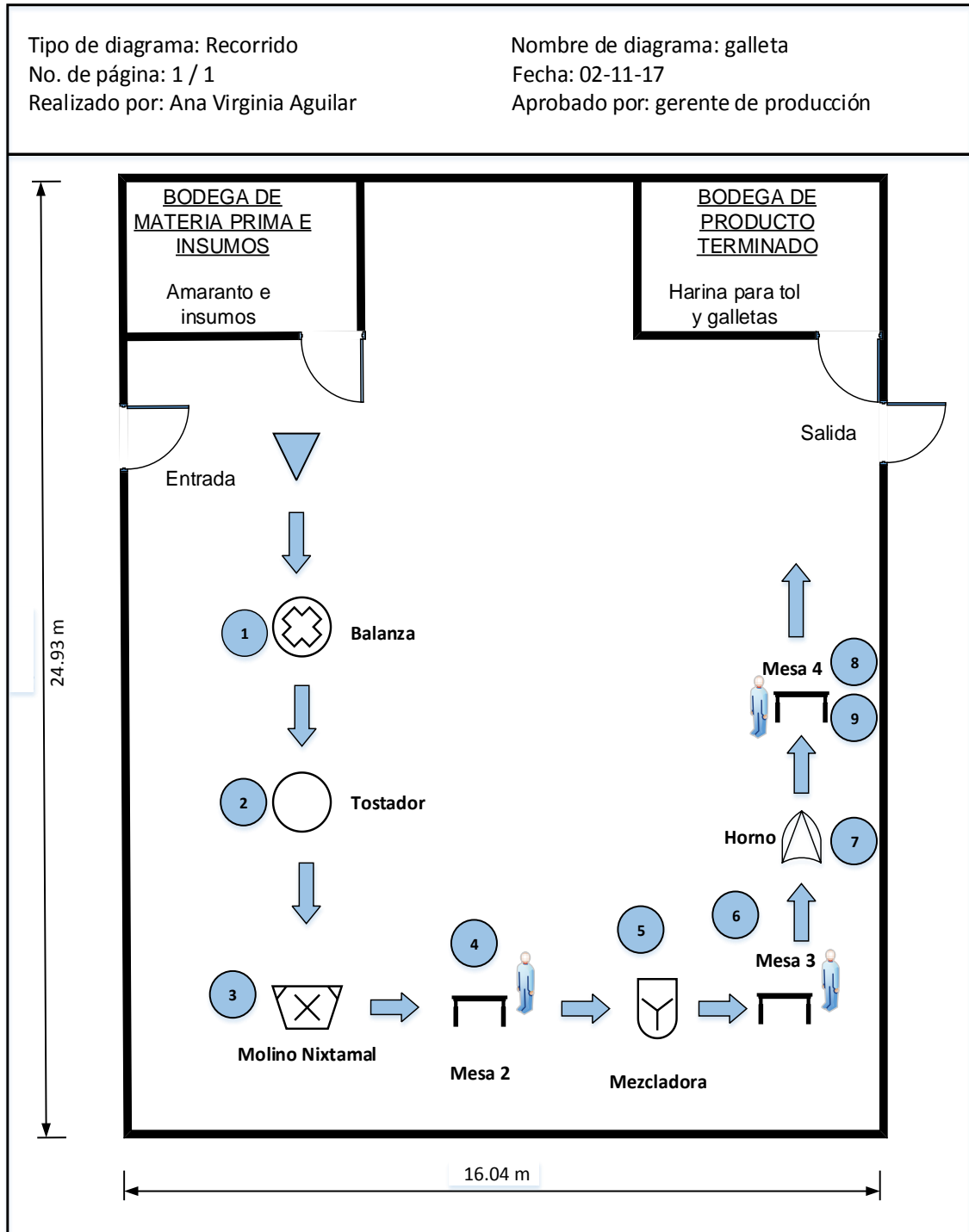


Fuente: INCAP.

Las actividades para el proceso de fabricación para galleta son las siguientes:

- La materia prima y los insumos son almacenados en la bodega, la cual se encuentra en condiciones adecuadas para almacenar productos alimenticios.
- El amaranto, que es la materia prima, es llevado a la balanza, para luego ser tostado.
- Cuando el tostado se encuentra a temperatura ambiente, este es procesado hacia harina en el molino de martillo, obteniendo la harina lista para la mezcla.
- Los insumos (leche, soya, huevos, harina de trigo, margarina, levadura y azúcar) son agregados en una mezcladora junto con la harina de amaranto, formando la mezcla para galleta.
- La mezcla es amasada, formando las galletas para luego ingresarlas al horno.
- Horneadas las galletas, estas son empacadas y almacenadas en la bodega de producto terminado.

Figura 49. Estructura de diagrama actual de recorrido para galleta



Fuente: INCAP.

### 3.5. Costos propuestos

Para conocer la inversión en la fabricación de los productos, se deben adquirir y manejar los costos de la materia prima, insumos y costos de operación. En esta sección se detallará cómo están compuestos los costos.

#### 3.5.1. Materia prima

La materia prima a utilizar en los productos es la semilla de amaranto, la cual cuenta con gran potencial de cosecha en la zona Noroccidental del país, a través del proyecto de las mujeres agricultoras de semilla de amaranto de Nebaj, Quiché, que ofrecen el amaranto para la venta en las presentaciones y costos según la tabla siguiente:

Tabla XXIV. Costo de materia prima

<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo (Q)</b>	<b>Lugar</b>
Amaranto crudo	1 libra	10.00	Nebaj, Quiché
Amaranto tostado	1 libra	20.00	Nebaj, Quiché
Amaranto en harina	1 libra	35.00	Nebaj, Quiché

Fuente: elaboración propia, con base en el proyecto de mujeres agricultoras del departamento de Quiché promovido por INCAP.

Para la elaboración de los productos se trabaja con amaranto crudo (semilla).

### 3.5.2. Insumos

Con el propósito de mejorar el contenido de nutrientes de los productos se ha utilizado la Tabla Nutricional de los Alimentos del INCAP, para hacer las combinaciones necesarias de los insumos descritos en la tabla siguiente:

Tabla XXV. **Costo de insumos de harina para atol**

<b>Tipo</b>	<b>Costo (Q)</b>	<b>Unidad</b>	<b>Lugar</b>
Soya en polvo, instantánea	5.00	libra	Mercado local
Leche de vaca en polvo. Instantánea	4.5	libra	Mercado local

Fuente: elaboración propia (información basada en el mercado local).

Tabla XXVI. **Costo de insumos para galleta**

<b>Tipo</b>	<b>Costo (Q)</b>	<b>Unidad</b>	<b>Lugar</b>
Soya en polvo, instantánea	5.00	libra	Mercado local
Leche de vaca en polvo. Instantánea	4.5	libra	Mercado local
Levadura para pan	25.00	libra	Mercado local
Huevo de gallina	0.75	unidad	Mercado local
Margarina (20% grasa)	10.00	libra	Mercado local
Azúcar	4.5	libra	Mercado local
Harina de trigo	4.33	libra	Mercado local

Fuente: elaboración propia (información basada en el mercado local).

### **3.5.3. Costo de operación**

Estos costos son de gran importancia en la fabricación de los productos, ya que describen la cantidad monetaria invertida en mano de obra y gastos de fabricación.

$$\text{Costo de operación} = \text{MOD} + \text{MOI} + \text{Gastos de fabricación}$$

#### **3.5.3.1. Mano de obra directa**

Es el costo que se debe pagar a todas las personas que tienen contacto directo en la producción, desde la materia prima hasta la transformación de los productos. En mano de obra directa se cuenta con:

- Operario 1
- Operario 2

Quienes trabajan jornada diurna y son los encargados del manejo de materiales hasta obtener el producto terminado, cumpliendo con las siguientes actividades:

Tabla XXVII. **Actividades de operarios**

<b>Operario 1</b>	<b>Operario 2</b>
Colocarse el equipo de seguridad e higiene industrial (botas plásticas, bata, redecillas)	Colocarse el equipo de seguridad e higiene industrial (botas plásticas, bata, redecillas)
Lavado de mano	Lavado de manos
Preparación de maquinaria y equipo	Preparación de maquinaria y equipo
Pesaje de insumos	Pesaje de amaranto
Tostados de amaranto	Tostado de amaranto
Mezclado	Preparación de empaque
Empaque	Empaque
Limpieza de maquinaria y equipo	Limpieza de maquinaria y equipo

Fuente: elaboración propia.

El costo de la mano de obra directa incluye prestaciones según ley:

- Aguinaldo: un mes de sueldo por cada año laborado o proporcional
- Bono 14: un mes de sueldo por cada año laborado o proporcional
- Indemnización: un mes de sueldo por cada año laborado o proporcional
- Vacaciones: medio mes de sueldo por cada año laborado o proporcional

Tabla XXVIII. **Costo de mano de obra directa**

(Expresado en quetzales)

<b>Puesto</b>	<b>Operario 1</b>	<b>Operario 2</b>	<b>Total</b>
	<b>(Q)</b>	<b>(Q)</b>	<b>(Q)</b>
Salario Mensual	3000.00	3000.00	
Bonificación	250.00	250.00	
Bono 14	249.90	249.90	
Aguinaldo	249.90	249.90	
Vacaciones	125.00	125.00	
Indemnización	249.90	249.90	
Salario Mensual + prestaciones	4124.70	4124.70	8249.40
Costo/hora	17.186	17.186	34.372
Costo/día			274.98

Fuente: elaboración propia (datos propuestos por el estudiante).

### **3.5.3.2. Mano de obra indirecta**

Se debe tomar en cuenta la mano de obra indirecta, ya que se refiere a las áreas involucradas (administrativas), las cuales ofrecen un apoyo a la producción, aunque no sea directamente a la transformación de la materia prima. En la mano de obra indirecta se cuenta con el siguiente personal, el cual trabajará jornada diurna de lunes a viernes:

- **Nutricionista:** encargada de la formulación de los productos, velando por que su contenido sea el adecuado para la nutrición de la niñez.
- **Ingeniero industrial:** encargado de producción con las actividades como manejo de materiales, inventarios y control de calidad.
- **Secretaria:** asistente administrativa, encargada de archivos de documentación, control de calendario de pagos, despachos y recepción de mercadería.
- **Encargado de limpieza (planta piloto):** limpieza de equipo personal, utensilios e instalaciones de la planta de producción.

El costo de la mano de obra indirecta incluye prestaciones según ley:

- **Aguinaldo:** un mes de sueldo por cada año laborado o proporcional
- **Bono 14:** un mes de sueldo por cada año laborado o proporcional
- **Indemnización:** un mes de sueldo por cada año laborado o proporcional
- **Vacaciones:** medio mes de sueldo por cada año laborado o proporcional



Tabla XXIX. **Costo de mano de obra indirecta**  
(Expresado en quetzales)

Puesto	Nutricionista	Ingeniero Industrial	Secretaria de producción	Encargado de limpieza	Total
	(Q)	(Q)	(Q)	(Q)	(Q)
Salario Mensual	7000.00	8000.00	3500.00	2800.00	
Bonificación	250.00	250.00	250.00	250.00	
Bono 14	583.10	666.40	291.55	233.24	
Aguinaldo	583.10	666.40	291.55	233.24	
Vacaciones	291.66	333.33	145.83	166.66	
Indemnización	583.10	666.40	291.55	233.24	
Salario Mensual + prestaciones	9,290.96	10,582.53	4,770.48	3,866.38	28,510.37
Costo/hora	38.71	44.09	19.87	16.10	118.79
Costo / día					950.32

Fuente: elaboración propia (datos propuestos por el estudiante).

### 3.5.3.3. Gastos de fabricación

Los gastos de fabricación son factores indispensables que representan costos y ayudan a definir el costo de producción. Los gastos de fabricación a tomar en cuenta son los siguientes:

- Depreciación de maquinaria
- Mantenimiento de maquinaria
- Costo de energía eléctrica

Tomando como guía la siguiente fórmula:

Gastos de fabricación: depreciación de maquinaria + mantenimiento de maquinaria + costo de energía eléctrica

En la siguiente tabla se encuentran los datos que muestran el costo de utilizar cada máquina en quetzales/hora:

Tabla XXX. **Gastos de fabricación**  
(Expresado en quetzales)

Maquinaria	Depreciación	Mantenimiento	Costo Energía Eléctrica	Total
	(Q/hr)	(Q/hr)	(Q/hr)	(Q/hr)
Mezclador de harinas en "V"	3.926071233	1.9903	3.737	9.653371233
Molino Nixtamal	0.299488767	0.151824167	1.776	2.22731293
Horno de convección	2.106634188	1.067946498	1.2765	4.451080687
Selladora de bolsas	0.498309041	0.252615	0.4625	1.213424041
Gas para comal industrial	-	-	-	1.75

Fuente: elaboración propia (datos obtenidos realizando pruebas con la maquinaria).

### 3.6. Costo-Beneficio de la propuesta

Al igual que la Incaparina y la Galleta Escolar, el INCAP contaría con nuevos productos (productos propuestos), que le brinden beneficio económico aportando y apoyando la autosostenibilidad del instituto.

#### 3.6.1. Beneficio técnico para el INCAP

La elaboración de los presentes productos permitirá al INCAP ascender y posicionarse entre las mejores industrias alimenticias, sobresaliendo en la fabricación de productos saludables y de gran aporte nutricional.

### 3.6.2. Beneficio social

Poner a disponibilidad de la población productos alimenticios que ayuden a la fortificación de la dieta de la niñez, para tener un mejor desarrollo físico y mental, y así mismo dar apoyo al proyecto de las mujeres agricultoras de semilla de amaranto de Nebaj, Quiché.

### 3.7. Evaluación económica de los productos propuestos

Tomando en cuenta que los productos propuestos son diferentes, cada uno contará con una evaluación económica, la cual ayudará a establecer el costo para cada producto.

Tabla XXXI. **Costo de harina para atol**  
(Expresado en quetzales)

Producción/día	Materia Prima + insumos	Gastos de Fabricación	MOD	MOI	Total
	(Q)	(Q)	(Q)	(Q)	(Q/libra)
300 libras de Harina para atol	2,550.00	17.821026	274.98	950.34	12.5438

Fuente: elaboración propia.

Se toma como referencia la producción de 300 libras de harina para atol por día y los costos se trabajan sobre quetzales.

La presentación de la harina para atol es de ½ libra, por lo que el costo por producto es de Q. 6,272.

Tabla XXXII. **Costo de galleta**

(Expresado en quetzales)

<b>Producción/día</b>	<b>Materia Prima + insumos</b>	<b>Gastos de Fabricación</b>	<b>MOD</b>	<b>MOI</b>	<b>Total</b>	<b>Costo unidad</b>
	<b>(Q)</b>	<b>(Q)</b>	<b>(Q)</b>	<b>(Q)</b>	<b>(Q/libra)</b>	<b>(Q)</b>
200 libras de mezcla para galleta	1,588.7985	25.71107	274.98	950.34	9.4660	0.3155

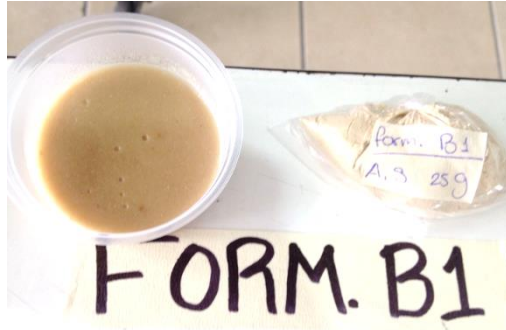
Fuente: elaboración propia.

Se toma como referencia la producción de 200 libras de mezcla para galleta, la presentación es de 1 galleta con un peso de 28 gramos, con un costo por unidad de Q. 0,3155

### **3.7.1. Harina para atol**

De acuerdo a las cotizaciones realizadas sobre los insumos que requiere la elaboración de este producto (harina de amaranto, soya y leche en polvo), el costo de la harina para atol es de Q. 6,272 por presentaciones de media libra.

Figura 50. **Harina para atol**



Fuente: elaboración propia.

### 3.7.2. **Galleta**

De acuerdo a las cotizaciones realizadas sobre los insumos que requiere la elaboración de este producto (harina de amaranto, soya, leche en polvo, huevo de gallina, levadura para pan, margarina, azúcar y harina de trigo), el costo por galleta es de Q. 0,3155.

Figura 51. **Galleta**



Fuente: elaboración propia.



## **4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

### **4.1. Método a implementar**

Para el período enero-noviembre del 2018, se implementará una mejora en la elaboración de los productos alimenticios, utilizando los diagramas de proceso, flujo y recorrido. También es necesario identificar el equipo de seguridad e higiene industrial siguiente:

- Lentes de plástico
- Protectores auditivos
- Botas de plástico
- Redecillas
- Mascarillas
- Batas

A los productos se les realiza un análisis de costo utilizando costo de materia prima, mano de obra y gastos de fabricación.

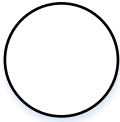
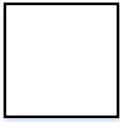
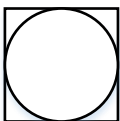
#### **4.1.1. Metodología para la aplicación**

Con la elaboración de los diagramas ya antes mencionados se esquematizará gráficamente los procesos, señalando de forma clara la secuencia de actividades, sirviendo de guía para un mejor manejo de los materiales, optimizando tiempo y espacios para así obtener procesos más eficientes y mejores resultados.

#### 4.1.1.1. Diagrama de operaciones

El diagrama de operación es una gráfica de pasos que sigue una secuencia de actividades y que identifica cada proceso a través de los símbolos siguientes:

Figura 52. **Símbolos de diagrama de operaciones**

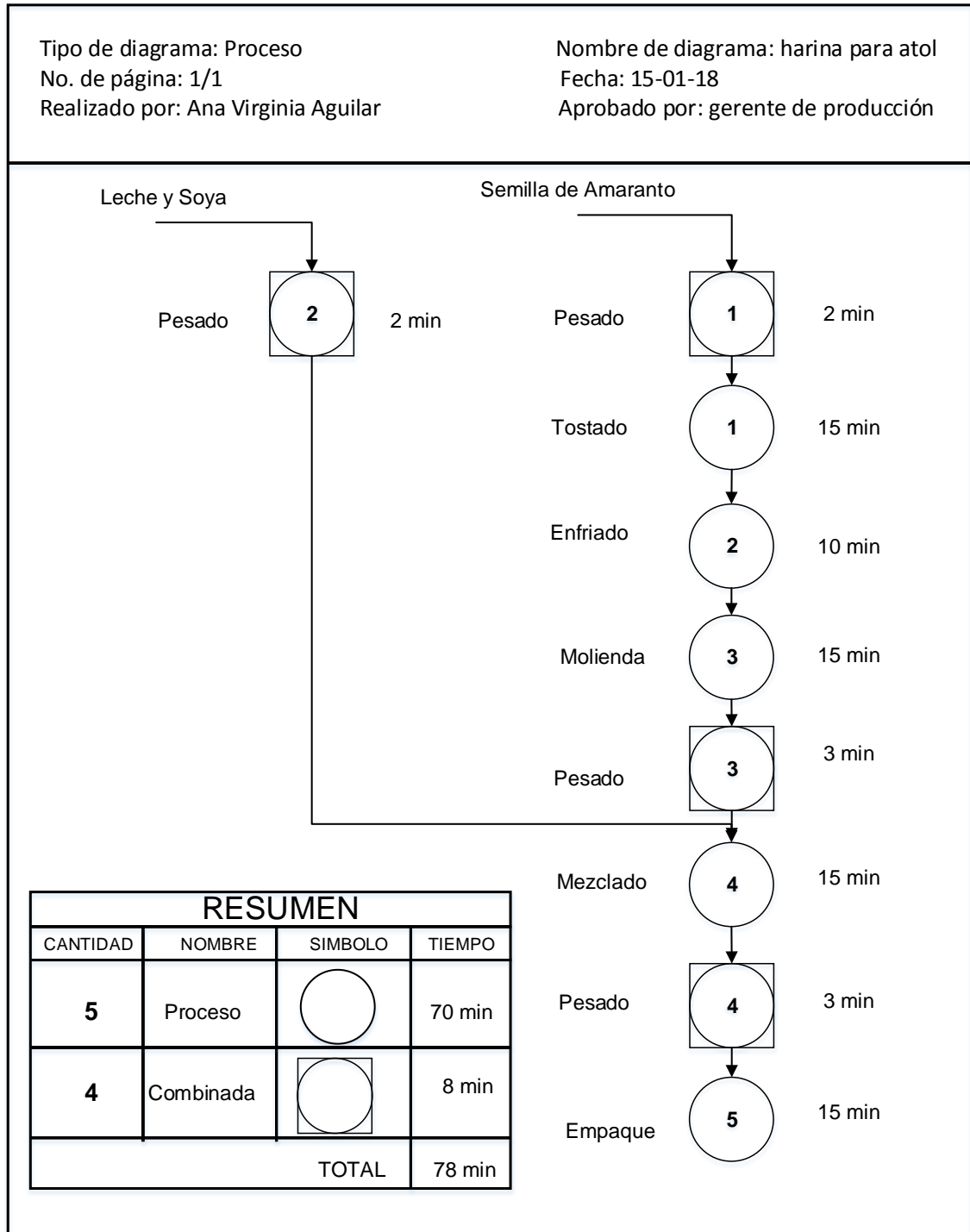
	OPERACIÓN
	INSPECCIÓN
	COMBINADA

Fuente: elaboración propia.

Se presentan dos diagramas de operaciones correspondientes a los procesos de elaboración de harina para atol y galletas.

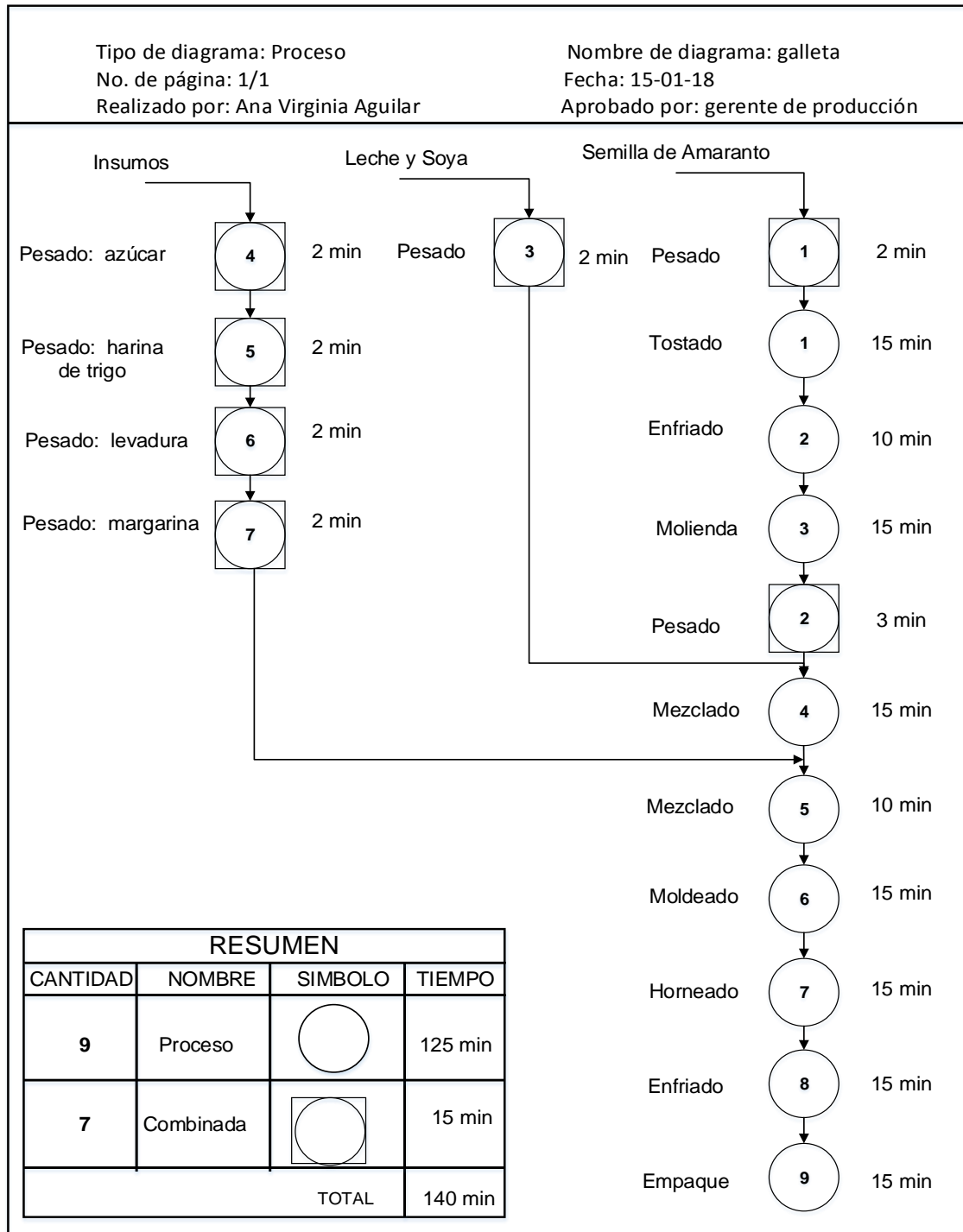


Figura 53. **Diagrama de proceso de operación de elaboración de harina para atol**



Fuente: elaboración propia.

Figura 54. **Diagrama de proceso de operación para elaboración de galletas**

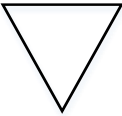
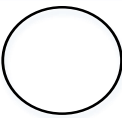
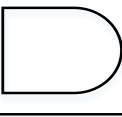

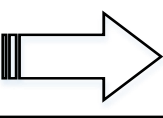
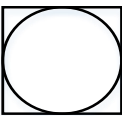


Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.1.2. Diagrama de flujo

Este diagrama muestra los principales pasos de la transformación de la semilla de amaranto en los productos alimenticios, desde su entrada hasta su salida, utilizando las siguientes figuras:

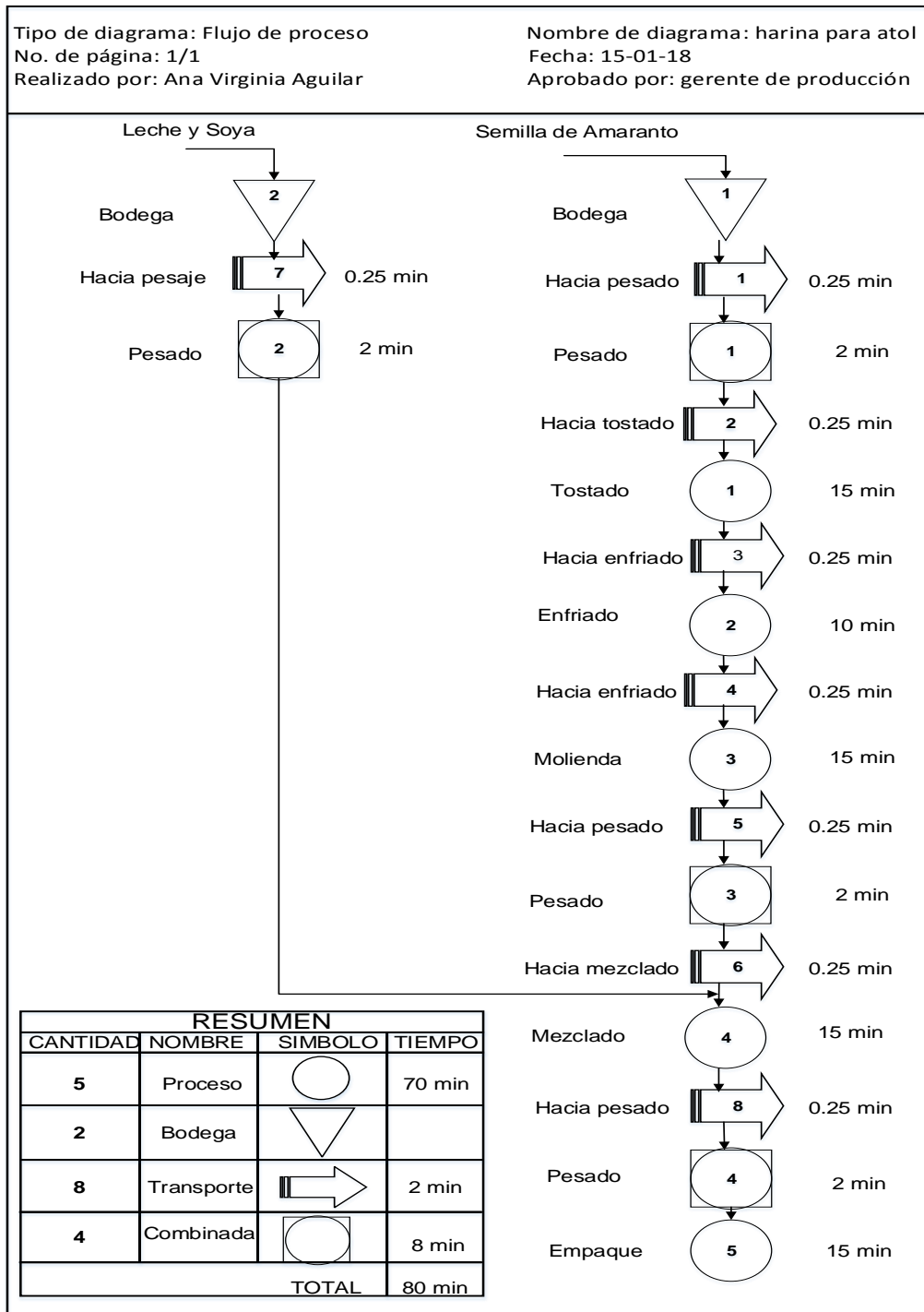
Figura 55. Símbolos de diagrama de flujo

	ALMACENAMIENTO
	OPERACIÓN
	DEMORA
	INSPECCIÓN
	TRANSPORTE
	COMBINADA

Fuente: elaboración propia.

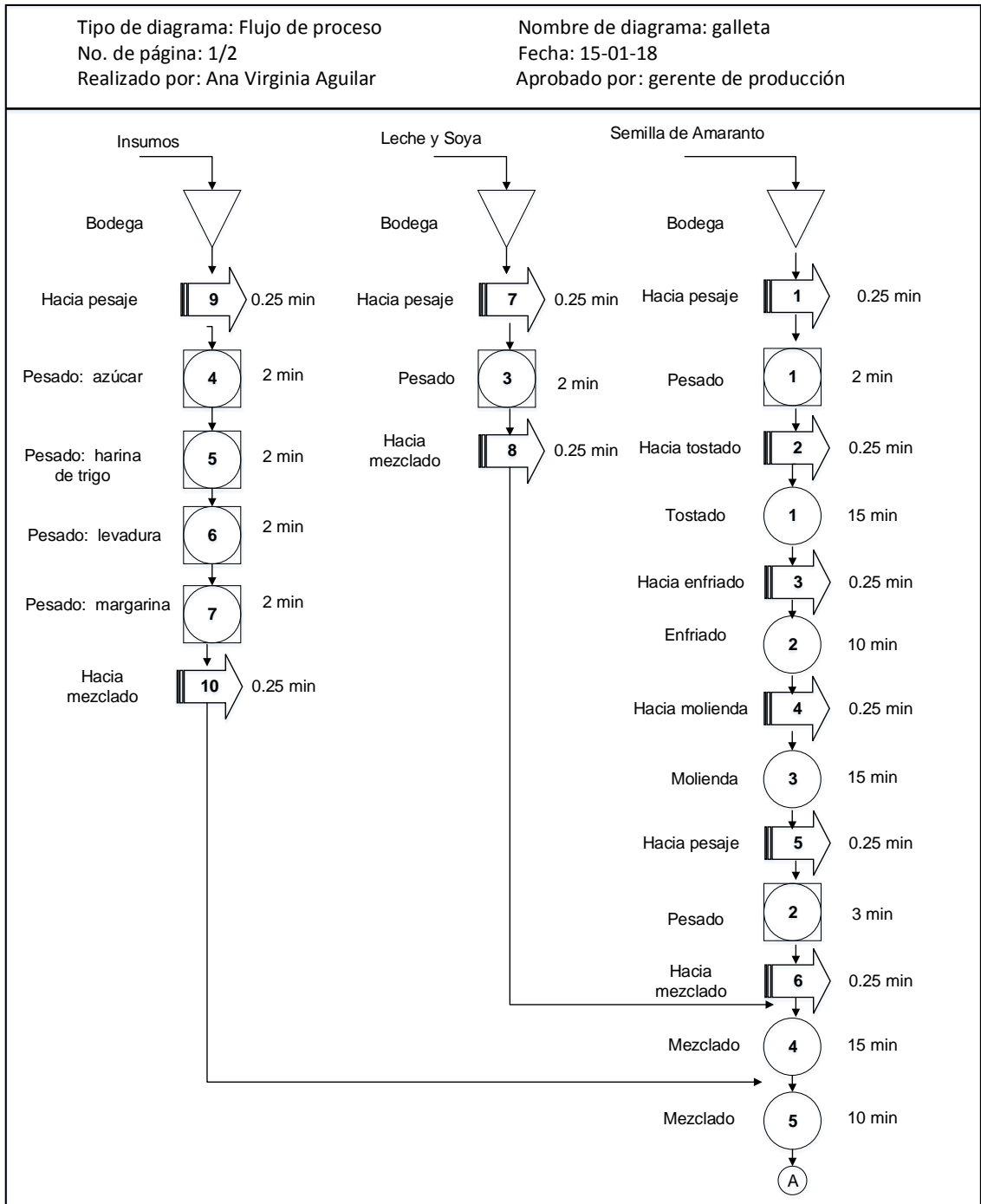
Se presentan dos diagramas de flujo correspondientes a los procesos de elaboración de harina para atol y galletas.

Figura 56. Diagrama de proceso de flujo para elaboración de harina para atol



Fuente: elaboración propia.

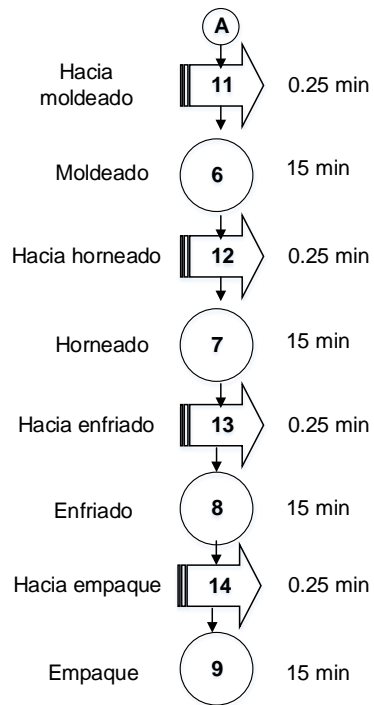
Figura 57. Diagrama de proceso de flujo para elaboración de galletas



Fuente: elaboración propia.

Tipo de diagrama: Flujo de proceso  
 No. de página: 2 / 2  
 Realizado por: Ana Virginia Aguilar

Nombre de diagrama: galleta  
 Fecha: 15-01-18  
 Aprobado por: gerente de producción



RESUMEN			
CANTIDAD	NOMBRE	SIMBOLO	TIEMPO
9	Proceso	○	125 min
3	Bodega	▽	
14	Transporte	→	3.5 min
7	Combinada	○	15 min
TOTAL			143.5 min

Fuente: elaboración propia.

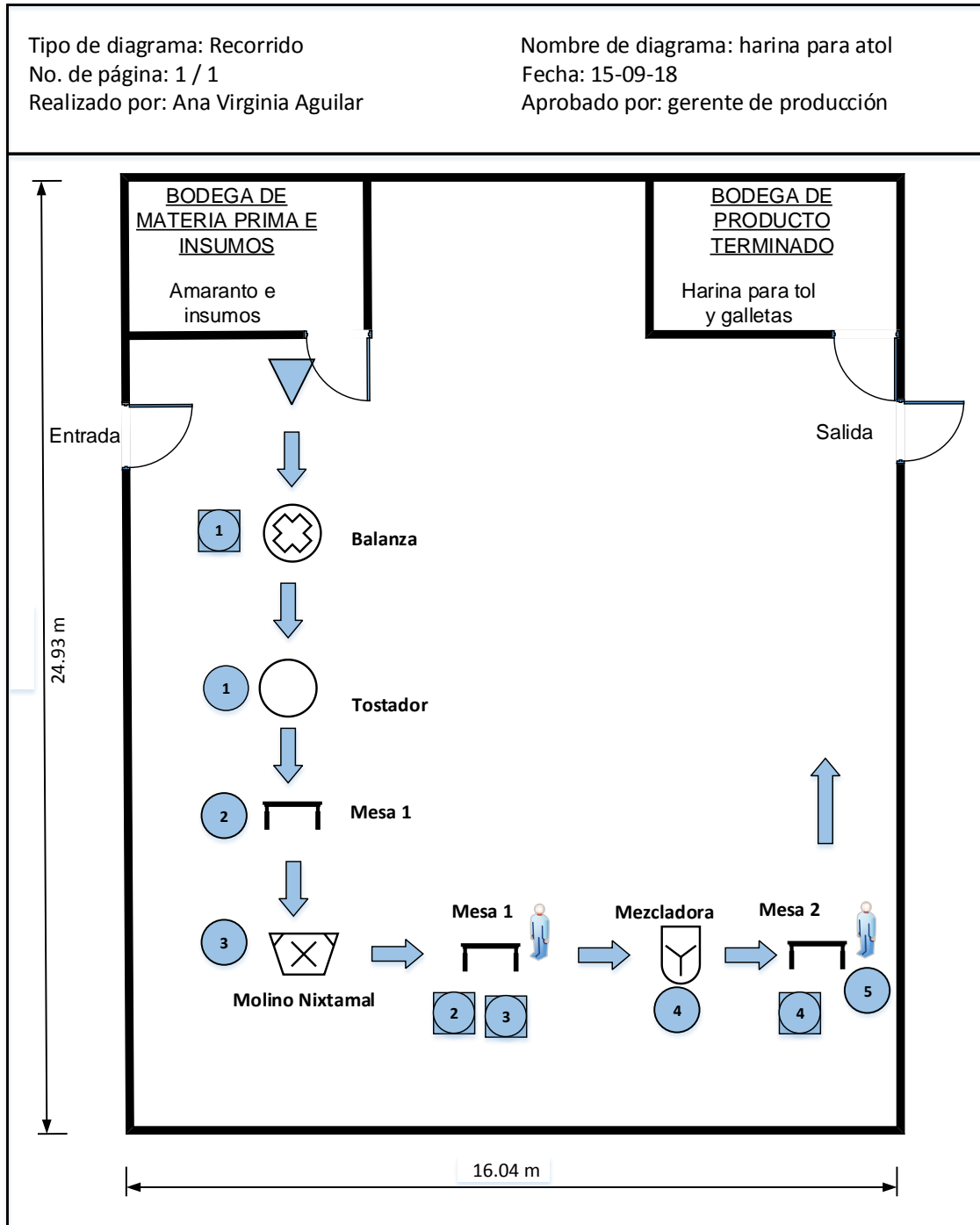
#### **4.1.1.3. Diagrama de recorrido**

Se presentan dos diagramas de recorrido correspondientes a los procesos de elaboración de la harina para atol y galletas, tomando como guía el diagrama de flujo realizado.

Para la elaboración de la harina para atol se propone la siguiente maquinaria con sus actividades:

- Balanza: se pesará la semilla de amaranto.
- Tostador: realizará el tostado de la semilla a una temperatura de 115°C.
- Mesa 1 (acero inoxidable): utilizando bandejas en acero inoxidable, se dejará la semilla tostada sobre las mesas para que esta pueda ser enfriada y alcanzar una temperatura ambiente.
- Molino de martillo: después de haber alcanzado la temperatura adecuada, se procede a la molienda.
- Mesa 2 (acero inoxidable): se procede a realizar los pesos y preparación de los insumos, así como la harina obtenida de la molienda del amaranto.
- Mezcladora: se debe mezclar la harina de amaranto y los insumos.
- Mesa 3 (acero inoxidable): se realiza el peso de las presentaciones de los productos y se procede al empaque, para luego almacenarlos en la bodega de productos terminados.

Figura 58. Diagrama de recorrido para elaboración de harina para atol



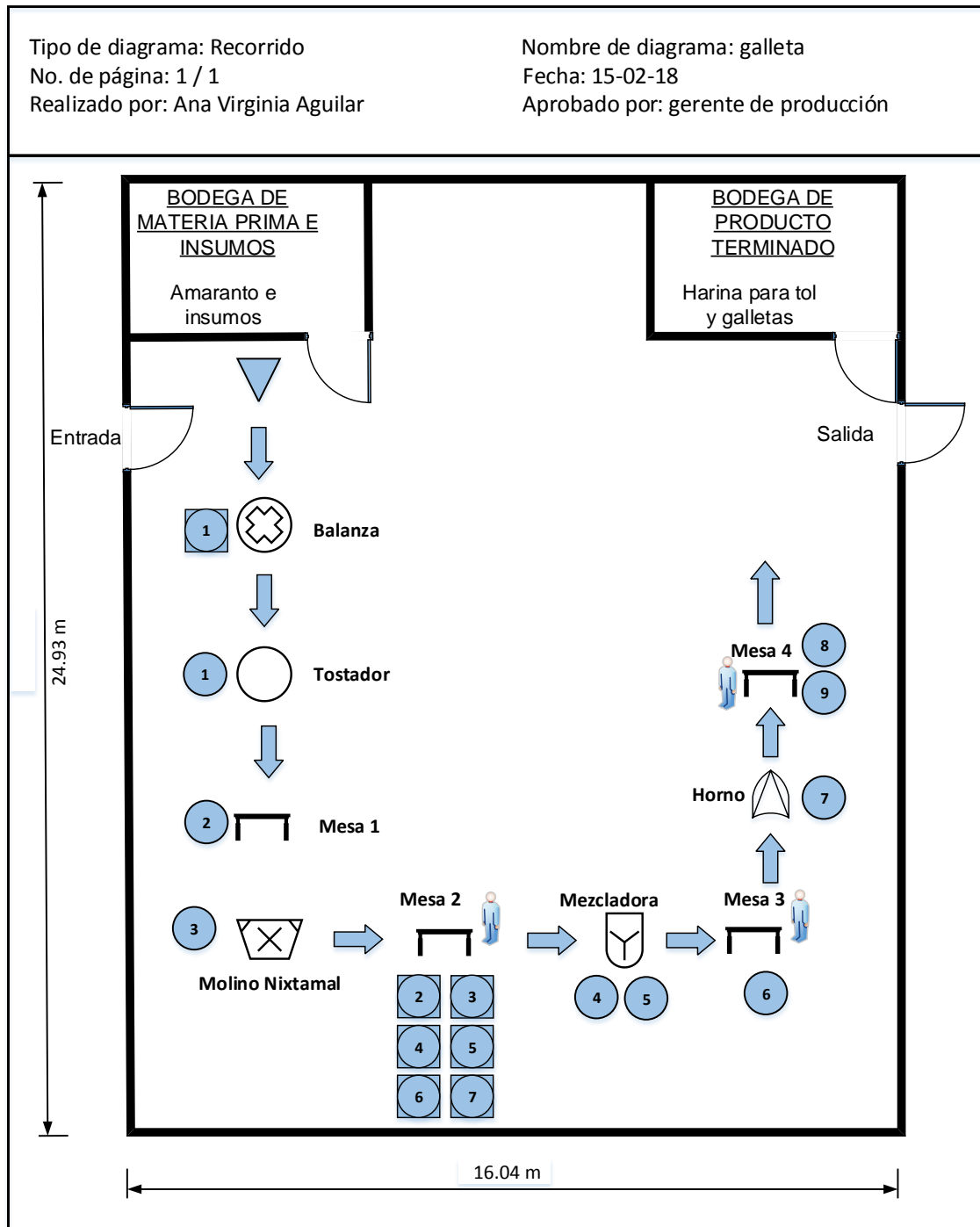
Fuente: elaboración propia.



Para la elaboración de las galletas, a continuación se describe la maquinaria a utilizar y las actividades a realizar:

- Balanza: se pesará la semilla de amaranto.
- Tostador: realizará el tostado de la semilla a una temperatura de 115°C.
- Mesa 1 (acero inoxidable): utilizando bandejas de acero inoxidable, se dejará la semilla tostada sobre las mesas para que esta pueda ser enfriada y alcanzar una temperatura ambiente.
- Molino de martillo: después de haber alcanzado la temperatura adecuada, se procede a la molienda.
- Mesa 2 (acero inoxidable): se procede a realizar los pesos y preparación de los insumos, así como la harina obtenida de la molienda del amaranto.
- Mezcladora: se debe mezclar la harina de amaranto y los insumos.
- Mesa 3 (acero inoxidable): se procede a realizar las galletas a través del moldeado, colocándolas en bandejas y preparándolas para ser ingresadas al horno.
- Horno: las galletas se deben hornear a 170°C en un tiempo de 15 minutos.
- Mesa 4 (acero inoxidable): las galletas se dejan enfriar hasta que alcanzan la temperatura ambiente para que puedan ser empacadas y enviadas a la bodega de producto terminado.

Figura 59. Diagrama de recorrido para elaboración de galletas



Fuente: elaboración propia.

## **4.2. Entidades responsables**

Para poder realizar la presente investigación se necesitó la ayuda de varias entidades del instituto, las cuales son:

- INCAP
- Unidad de Micronutrientes
- Investigador principal
- Planta de producción
- Producción y gestión de calidad
- Coinvestigador
- Operario de planta

### **4.2.1. INCAP**

El Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá –INCAP–, otorgó la oportunidad de realizar esta investigación, en la que, utilizando las instalaciones, obteniendo materiales y el apoyo, técnicamente fue posible realizar la elaboración de los productos. El INCAP se caracteriza por ser un instituto de investigación que apoya al desarrollo de programas que tienen como objetivo prevenir y combatir la desnutrición, especialmente en la niñez.

### **4.2.2. Unidad de Micronutrientes**

La Unidad de Micronutrientes a través de sus programas de reducción de la desnutrición crónica y control de problemas de salud pública, apoyó la presente investigación y colaboró para que los productos fabricados pudieran entrar a evaluación de contenido de nutrientes en el laboratorio del INCAP.

Esta unidad está a cargo del bioterio, en el cual se realizan las pruebas de los alimentos en animales como las ratas. Así mismo, cuenta con un laboratorio de análisis sensorial de alimentos, con el objetivo de controlar la calidad y verificar la aceptabilidad de los productos, utilizando los cinco sentidos como herramientas de medición. Este laboratorio cuenta con los servicios siguientes:

- Estudio de vida de anaquel de productos
- Pruebas discriminativas
- Perfil de productos
- Evaluación de empaque
- Diseño de laboratorio de análisis sensorial de alimentos

#### **4.2.3. Investigador principal**

Como estudiante de la Facultad de Ingeniería, la presente investigación está realizada por mi persona, siendo el principal objetivo el desarrollo de productos alimenticios fortificando la dieta de la niñez, ayudándoles a tener un mejor desarrollo físico, cognoscitivo y psicosocial.

#### **4.2.4. Planta de producción**

La planta piloto del INCAP es una planta que cuenta con instalaciones que disponen de todos los medios necesarios para que la fabricación de los productos pueda llevarse a cabo. Cuenta con maquinaria especial para la transformación de semillas en harinas y con un área para procesos de panificación.

#### **4.2.5. Producción y gestión de calidad**

Es necesario contar con un sistema de calidad para que la producción tenga buenos resultados. Para ello es necesario cumplir con ciertas reglas:

- Mantener la higiene y la seguridad en los procesos, capacitando a los operarios para mantener estas reglas.
- Realizar un control de calidad de la materia prima, insumos y productos terminados.
- Mantener la maquinaria y equipo en óptimas condiciones, realizándoles su mantenimiento respectivo.

En los productos propuestos la materia prima es la semilla de amaranto, para lo cual se debe tener en bolsas plásticas selladas sobre tarimas en un lugar fresco libre de humedad y animales. En cuanto a los insumos, se deben colocar sobre estantes y, al igual que la materia prima, se debe mantener en un ambiente adecuado. Culminado el proceso de los productos, estos deben almacenarse en la bodega de producto terminado, verificando que sus condiciones siempre sea un ambiente limpio y fresco.

#### **4.2.6. Coinvestigador**

Con la colaboración de un nutricionista se trabajó en conjunto para poder obtener las formulaciones adecuadas de los productos, tomando como base la herramienta de la tabla nutricional de los alimentos del INCAP, dichas formulaciones fueron apoyadas y aprobadas por la Unidad de Micronutrientes, estando de acuerdo con que las formulaciones serían de gran aporte en la alimentación de la niñez.

#### **4.2.7. Operarios de planta**

Para la elaboración de estos productos se estará contando con el apoyo de dos operarios, los cuales tendrán una jornada diurna. Sus actividades comienzan por colocarse el equipo de higiene industrial, continuando con la preparación y limpieza de la maquinaria a utilizarse en los procesos. Al final de la jornada se estará realizando una inspección para que los equipos utilizados se encuentren en su respectivo lugar y la maquinaria cuente con la limpieza adecuada.<sup>57</sup>

#### **4.3. Planta de producción**

La planta piloto se encuentra ubicada dentro del INCAP, fue fundada en el año 1976 y su principal función es la elaboración de productos alimenticios altos en nutrientes, principalmente productos para ayudar a combatir la desnutrición infantil. Entre sus productos destacados se encuentra la Incaparina y la galleta escolar, los cuales son alimentos que contienen altos nutrientes para un balance adecuado en la alimentación.

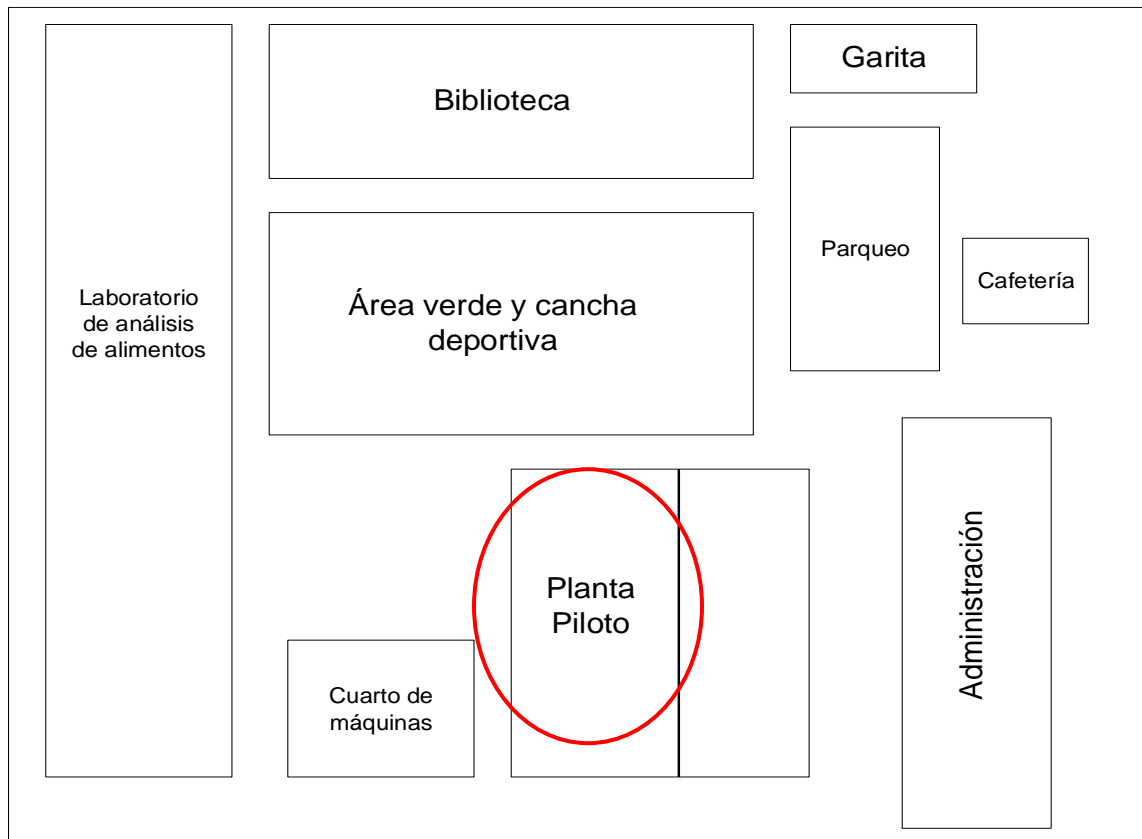
##### **4.3.1. Ubicación**

La planta piloto está ubicada dentro de las instalaciones del INCAP y dentro de ella se encuentra un área especial donde se fabrican alimentos a base de maní. Cuenta con cuartos fríos, bodega de materia prima y producto terminado, así como con un elevador que ayuda a transportar la materia prima de un nivel a otro.

---

<sup>57</sup> INCAP.

Figura 60. **Ubicación de planta piloto**



Fuente: elaboración propia.

#### 4.3.2. **Función**

La planta piloto del INCAP es una planta que por muchos años fue utilizada para práctica de formulaciones y procesamiento de alimentos nutricionalmente mejorados, entre ellos la Incaparina, alimento de gran potencial proteínico y vitamínico en la dieta guatemalteca. Actualmente sus productos son a base de mantequilla de maní y harina de amaranto.

Figura 61. **Planta piloto**



Fuente: elaboración propia.

### 4.3.3. **Equipamiento**

Los equipos de la planta piloto son equipos antiguos que por mucho tiempo estuvieron sin funcionamiento, dado esto se retomaron y se les ha realizado mantenimiento predictivo y correctivo. El equipo con que cuenta dicha planta se presenta a continuación:

- Selladora de vacío
- Selladora de latas
- Molino de martillo
- Molino coloidal
- Horno de convección



- Mezclador de harinas en “V”
- Congelador de platos
- Molino nixtamal
- Tostador de grano
- Mezclador de tonel
- Zaranda eléctrica
- Deshidratadora de frutas
- Molino Cyclone

Las siguientes imágenes muestran los equipos utilizados en la línea de producción de los alimentos a base de amaranto.

Figura 62. **Balanza**



Fuente: INCAP.

Figura 63. **Comal tostador**



Fuente: INCAP.

Figura 64. **Molino de martillo**



Fuente: INCAP.

Figura 65. **Balanza analítica**



Fuente: INCAP.

Figura 66. **Mezcladora en “V”**



Fuente: INCAP.

Figura 67. **Horno Industrial**



Fuente: INCAP.

Figura 68. **Selladora de plástico**



Fuente: INCAP.

#### **4.3.4. Seguridad e higiene industrial**

La seguridad e higiene industrial tiene como objetivo prevenir accidentes, haciendo las condiciones de trabajo más seguras y obteniendo más productividad y calidad de los productos. El equipo de protección que se debe utilizar es el siguiente:

- Lentes de plástico: para la protección de ojos, los operarios cuentan con protección adecuada para cualquiera actividad que pueda poner en peligro sus ojos.
- Protectores auditivos: estos protectores son necesarios cuando las actividades generan un excesivo ruido, pues ayudarán a disminuir el nivel de decibeles.
- Botas de plástico: al igual que los cubrezapatos, estas son necesarias para evitar contaminación a través del calzado, siempre velando por la inocuidad de los alimentos.
- Redecillas: su uso es necesario para proteger los alimentos de cualquier contaminación provocada por la caída de algún cabello de los operarios.
- Mascarillas: este equipo es muy importante para la inocuidad de los alimentos, ya que evita la contaminación a través de la respiración, saliva o estornudos.
- Batas: para la producción de alimentos la inocuidad es muy importante, para lo que se deben utilizar batas blancas totalmente limpias.

El personal que tenga contacto directo con la producción debe cumplir con las reglas de utilizar el equipo de protección personal.

Figura 69. **Equipo de protección personal**

	Cara
	Oídos
	Cabeza
	Pies
	Aparato respiratorio
	Uniforme

Fuente: elaboración propia.

#### 4.4. Manejo de materiales

Se debe realizar una inspección de la cantidad de materiales que se encuentra en bodega (materia prima e insumos), realizada esta inspección se debe proceder a la solicitud de compras si en caso no existiera suficiente material para realizar la producción. Se debe contar con una lista de proveedores y, en el caso del amaranto, tomando en cuenta que es enviado del

departamento de Quiché, se debe realizar los pedidos con 10 días de anticipación.

#### 4.4.1. Materia prima

La semilla de amaranto es cultivada en el Departamento de Quiché, esta es trasladada hasta las instalaciones de la planta piloto ubicada dentro del INCAP, para la cual se realiza una inspección de limpieza y cantidad que fue acordada al realizar el pedido.

Figura 70. **Semilla de amaranto**



Fuente: elaboración propia.

#### **4.4.2. Producto terminado**

Los insumos son entregados en la planta piloto, se les realiza una inspección para luego ser utilizados en el proceso. Al producto terminado también se le realiza una inspección de calidad y luego es almacenado dentro de la bodega, mientras es llevado a su punto de comercio.

#### **4.5. Costos de la implementación**

Se realiza un análisis de costos para conocer los gastos obtenidos en la fabricación de los productos, tomando en cuenta materia prima, insumos y costos de operación.

##### **4.5.1. Materia prima**

La semilla de amaranto es la materia prima con la que se trabajan los productos de esta investigación, como ya antes se ha mencionado. Esta es cultivada en el Departamento de Quiché a través de un proyecto de mujeres agricultoras, quienes ofrecen el amaranto en tres presentaciones. La presentación de semilla cruda cuenta con un precio de Q. 10,00 / libra.<sup>58</sup>

##### **4.5.2. Insumos**

El costo es obtenido a través de mercado local y se debe mantener un inventario de insumos utilizando una buena planeación y un buen control. Es

---

<sup>58</sup> INCAP a través del proyecto de mujeres agricultoras del Departamento de Quiché.



necesario que los operarios lleven un adecuado manejo de materiales e insumos para evitar que estos se desperdicien. Los insumos son los siguientes:

- Soya en polvo, instantánea
- Leche de vaca en polvo, instantánea
- Levadura para pan
- Huevo de gallina
- Azúcar
- Harina para trigo, enriquecida
- Margarina (20 % grasa) con sal

#### **4.5.3. Costo de operación**

Para obtener el costo de operación se utiliza la fórmula siguiente:

$$\text{Costo de operación} = \text{MOD} + \text{MOI} + \text{Gastos de fabricación}$$

A continuación se detalla cómo deben trabajarse.

##### **4.5.3.1. Mano de obra directa**

La mano de obra directa está compuesta por 2 operario, quienes trabajan jornada diurna con un salario mensual de Q. 3 000,00 más prestaciones según ley.

##### **4.5.3.2. Mano de obra indirecta**

Esta es la fuerza laboral que no está en contacto directo con la producción, para este costo se toman las áreas involucradas, las cuales son el apoyo a la producción que cuenta con el siguiente personal:

- Nutricionista
- Ingeniero industrial
- Secretaria de producción
- Encargado de limpieza

Cada empleado cuenta con su salario mensual más prestaciones según ley.

#### **4.5.3.3. Gastos de fabricación**

A través del consumo de energía eléctrica, el costo de mantenimiento y la depreciación de la maquinaria a utilizarse en los procesos, se pudo calcular los gastos de fabricación a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Gastos de fabricación} = \text{depreciación de maquinaria} + \text{mantenimiento} + \text{costos de energía eléctrica}$$

#### **4.5.4. Costo total**

El costo total ayuda a conocer el valor de cada producto fabricado, tomando la siguiente fórmula:

$$\text{Costo total} = \text{mano de obra directa} + \text{materia prima} + \text{mano de obra indirecta} + \text{gastos de fabricación}$$

Para la elaboración de la harina para atol, se toma la producción de 300 libras de mezcla por día. La presentación de los productos es la siguiente:

- Harina para atol = 1/2 libra
- Galleta = unidad

Tabla XXXIII. **Costo de los productos**

<b>Producto</b>	<b>Costo total</b>
Galleta (unidad)	0.3155
Harina para atol (1/2 libra)	6.272

Fuente: elaboración propia.

#### **4.6. Producto terminado**

A continuación se describen los productos alimenticios a base de amaranto, presentando a cada uno en su respectivo empaque.

##### **4.6.1. Harina para atol**

La harina para atol, como ya antes fue mencionado, está compuesta por harina de amaranto, soya y leche. Esta formulación fue propuesta con el fin de aportar más proteína y suficientes nutrientes a la dieta de los niños. Esta harina se prepara como cualquier otro atol, agregándole agua y azúcar al gusto. Cabe mencionar que esta mezcla aporta también macronutrientes como carbohidratos, grasas y energía. En la imagen se muestra el producto terminado en su empaque.

Figura 71. **Harina para atol**

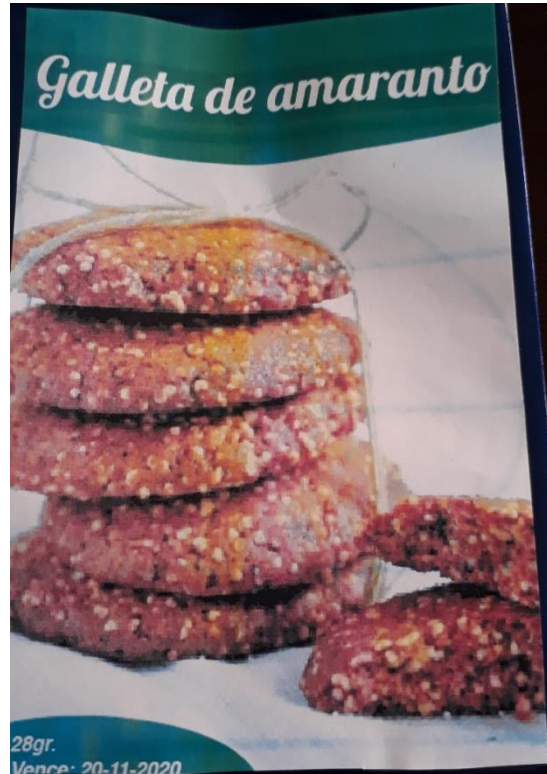


Fuente: elaboración propia.

#### **4.6.2. Galletas**

La galleta tiene como objetivo ser un alimento que complemente la refacción de un niño, presentándose como alimento listo para consumir, con un peso aproximado de 28 gr con alto contenido energético-proteínico. Las galletas son elaboradas en una mezcla formada por harina de amaranto, soya, leche, huevo, azúcar, levadura y harina de trigo. En la siguiente imagen se muestra el producto terminado en su empaque.

Figura 72. **Galleta**



Fuente: elaboración propia.

#### **4.7. Valor nutricional estimado de productos**

A continuación se presenta el valor nutricional estimado de los productos de la harina para atol y galleta, estos valores se presentan en teórico y según laboratorio, ya que estos productos fueron enviados a un análisis donde se pudiera determinar su valor nutricional.

#### 4.7.1. Harina para atol

Tabla XXXIV. Harina para atol

<b>Harina para atol. Presentación ½ libra</b>	<b>Energía (Kcal)</b>	<b>Proteína (g)</b>	<b>Grasa (g)</b>	<b>Carbohidrato (g)</b>
Teórico	889.915	43.745	133.445	21.32
Laboratorio	916.825	36.075	157.43	15.73

Fuente: INCAP, elaboración propia.

Según la presente investigación, se identificó que los aportes de macronutrientes de la harina para atol son los adecuados para completar la refacción de un niño de edad escolar (tomando en cuenta que los datos anteriores son para ½ libra de harina para atol).

#### 4.7.2. Galleta

Tabla XXXV. Galleta

<b>Galleta 28 gr (unidad)</b>	<b>Energía (Kcal)</b>	<b>Proteína (g)</b>	<b>Grasa (g)</b>	<b>Carbohidrato (g)</b>
Teórico	99.32	3.70	11.99	4.13
Laboratorio	116.81	3.79	15.58	4.36

Fuente: INCAP, elaboración propia.

Los resultados de las galletas indican que se encuentran entre los estándares aceptables en energía, proteína, grasa y carbohidratos para la refacción de un niño.

## **5. MEJORA CONTINUA**

### **5.1. Resultados obtenidos**

Para la mejora continua debe tomarse en cuenta la implementación de la propuesta y los beneficios obtenidos en esta, siendo la elaboración de nuevos productos alimenticios hecha con base en los procesos productivos que aportan resultados positivos.

#### **5.1.1. Interpretación**

Se presenta la mejora como una forma de presentar nuevos productos, para así mismo aumentar la productividad de los procesos considerando su eficiencia y eficacia. Tomando en cuenta que los indicadores los dos parámetros anteriores son los siguientes:

- Indicadores de eficiencia: desperdicios, tiempos muertos, etc.
- Indicadores de eficacia: calidad del producto, rentabilidad, cumplimiento con los programas de producción.

#### **5.1.2. Aplicación**

La aplicación de la mejora busca contribuir a la realización de la transformación de la semilla de amaranto en productos alimenticios que contribuyan a la fortificación de la dieta de la niñez, siendo guía de futuros proyectos de investigaciones alimenticias, ayudando al INCAP para que este

sea una institución autosostenible. Se pueden mencionar herramientas para buscar un mejoramiento de la implementación de la propuesta, siendo las siguientes:

- Buscar nuevos proveedores que ofrezcan precios más bajos.
- Realizar un plan de mantenimiento de la maquinaria.
- Realizar un estudio de comercialización de los productos.
- Realizar diagramas hombre-máquina, los cuales ayudarán a identificar los tiempos muertos del proceso.

## **5.2. Ventajas**

La mejora continua tiene como ventaja la reducción de costos, al mismo tiempo la innovación y mejoramiento de los productos, ofreciendo calidad y exclusividad de ellos. La calidad de los productos también se mide desde la clase de insumos y materia prima, para lo cual se debe evaluar a los proveedores con los siguientes parámetros:

- Fiabilidad del plazo de entrega
- Calidad de suministros
- Competitividad de precios
- Cumplimiento de BPM
- Personal capacitado

### **5.2.1. Combinación de insumos**

Para la combinación de insumos de los productos se debe realizar un estudio nutricional utilizando la Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica, la cual muestra los datos siguientes:



- Grupo de alimentos
- Nombres usados (nombres comunes de los alimentos)
- Valores de los nutrientes
- Componentes incluidos para cada alimento

Ayudando a tomar en cuenta qué alimentos pueden combinarse con otros para obtener mejores resultados en las mezclas.

Figura 73. **Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica**



Fuente: INCAP.

### 5.3. Beneficios

La mejora continua busca la reducción de costos a través de procesos más óptimos y proveedores de la materia prima que ofrezcan precios más bajos. Los beneficios también se refieren a la gran cantidad de productos que se pueden elaborar a base de la semilla de amaranto.

### **5.3.1. Reducción de costos**

Existen varios factores que pueden influir en la reducción de costos, entre los que se pueden mencionar:

- Buscar nuevos proveedores de materia prima
- Mantener el equipo y maquinaria en óptimas condiciones
- Reducción de tiempo ocioso de las máquinas y operarios
- Reducción de espacios utilizados

### **5.3.2. Diversidad de productos**

Los productos alimenticios de esta investigación pueden ser ajustados en diferentes presentaciones en combinación con otros insumos, siguiendo siempre las recomendaciones de la Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica. Las presentaciones de harina para atol de amaranto son las siguientes:

- Harina para atol de amaranto sabor vainilla
- Harina para atol de amaranto sabor chocolate
- Harina para atol de amaranto sabor banano
- Harina para atol de amaranto sabor fresa

Las presentaciones de las galletas de amaranto son las siguientes:

- Galleta de amaranto con chispas de chocolate
- Galleta de amaranto con frutos secos
- Galleta de amaranto con miel
- Galleta de amaranto sabor fresa

## **5.4. Concientización a la población**

Debido a que estos productos cuentan con alto contenido nutricional, el cual hace que su aporte en proteína, carbohidratos, grasa y energía en cantidades adecuadas sea indispensable para una nutrición completa en los niños, es necesario que la población tenga presente la importancia de una alimentación adecuada, la cual beneficiará al rendimiento de la niñez. Así mismo, es necesario que pueda conocerse los productos no solamente a través del comercio, sino también a través de exhibiciones y talleres, lo cuales pueden ayudar a que la población se involucre y enriquezca los conocimientos de una alimentación adecuada.

### **5.4.1. Exhibición de productos**

A través de la exhibición de productos, la población conocerá la composición nutricional de estos y sus aportes a la educación alimentaria.

Esta iniciativa consistirá en presentar los productos, de los cuales pueden ser partícipes en actividades como:

- Conocimiento de la composición nutricional
- Beneficios del consumo de productos para el desarrollo de los niños
- Degustación de los productos

### **5.4.2. Talleres**

Impartir talleres de conocimiento de alimentación saludable para niños, tomando en cuenta los siguientes objetivos:

- Ofrecer un estilo de vida saludable a los niños.
- Aprender a balancear los alimentos para saber cuáles se pueden consumir con regularidad y cuáles no.
- Qué alimentos no se deben consumir.
- Conocer los contenidos nutricionales que aparecen en las etiquetas.

## 5.5. Propuestas de nuevas presentaciones del producto

Los productos propuestos pueden ser reformulados para obtener nuevas presentaciones como harina para condimentar, mezcla para bebidas frías y barras nutritivas, haciendo un aporte a la innovación de productos fabricados a base de amaranto.

### 5.5.1. Harina para condimentar

La formulación de esta harina se propone para condimentar los alimentos, ayudando a que los niños puedan tener una forma atractiva de consumir alimentos, sin dejar de ser saludables.

Tabla XXXVI. **Formulación de harina para condimentar**

<b>Ingredientes</b>	<b>100 gramos</b>
Harina de amaranto	30%
Sal	4%
Hierbabuena (deshidratada)	10%
Perejil (deshidratado)	10%
Miga de pan	45%
Pimienta	1%

Fuente: elaboración propia.

### 5.5.2. Mezcla para bebidas frías

La mezcla para bebidas frías se propone como una combinación de harina de amaranto, harina de maní, harina de semilla de jícara, harina de arroz, harina de pepitoria, canela en polvo y azúcar. Esta mezcla se presentará en polvo para ser disuelta en agua y obtener la bebida lista para consumir.

Tabla XXXVII. **Formulación de mezcla para bebidas frías**

<b>Ingredientes</b>	<b>100 gramos</b>
Harina de amaranto	15 %
Harina de maní	20 %
Harina de semilla de jícara (morro)	10 %
Harina de arroz	20 %
Harina de pepitoria	15 %
Canela en polvo	5 %
Azúcar	15 %

Fuente: elaboración propia.

### 5.5.3. Barra nutritiva

Este producto tiene como objetivo incrementar energía o los nutrientes que aporta la dieta. Está compuesta por mantequilla de maní, miel, semilla de amaranto, pasas, avena, azúcar morena y almendras.

Tabla XXXVIII. **Formulación de barra nutritiva**

<b>Ingredientes</b>	<b>100 gramos</b>
Mantequilla de maní	20 %
Miel	10 %

Semilla de amaranto	15 %
Pasas	15 %
Avena	15 %
Azúcar morena	10 %
Almendras	15 %

Fuente: elaboración propia.

## **5.6. Estadísticas**

Las estadísticas muestran los productos de amaranto desde sus proveedores hasta los mayores consumidores a nivel mundial.

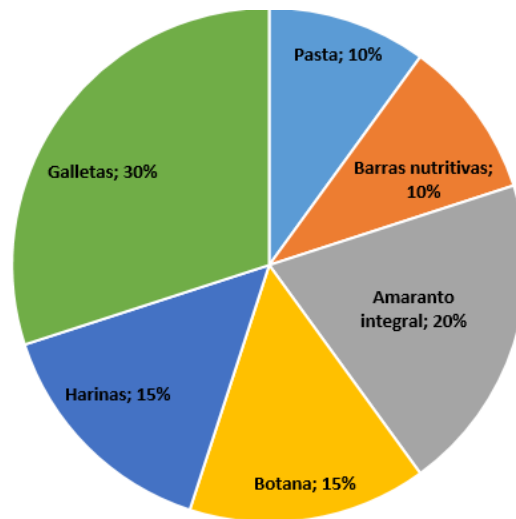
### **5.6.1. Productos derivados del amaranto**

Los productos alimenticios fabricados a base de amaranto son productos con gran potencial nutricional, fabricados en muchos países como: Estados Unidos, Perú, México, India, China y muchos países de Europa. En México existe un grupo de empresas sociales productoras de alimentos nutritivos de amaranto orgánico llamado QUALI, el cual tiene como prioridad crear oportunidades de trabajo para las personas de los pueblos marginados. Entre sus productos se encuentran:

- Galletas
- Amaranto integral
- Botanas
- Harinas
- Barras nutritivas
- Pastas

En México las estadísticas de fabricación de productos a base de amaranto, junto con los datos de Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, son las siguientes:

Figura 74. **Productos fabricados a base de amaranto**



Fuente: elaboración propia, con base en: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación e Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias. *Análisis de la cadena de valor de amaranto en México México*. Consulta: 2018.

### 5.6.2. Mayores lugares de consumo

Las estadísticas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias de México indican que los mayores lugares de consumo son los países como:

- México
- Estados Unidos
- Argentina
- India

- China

El amaranto es procesado y se presenta en productos como pastas, panes, galletas y tortillas de amaranto y maíz. A continuación se muestra una gráfica donde se observan los porcentajes de cada país.

Figura 75. **Consumidores mundiales de amaranto**



Fuente: elaboración propia, con base en: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación e Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias. *Análisis de la cadena de valor de amaranto en México México*. Consulta: 2018.

### 5.6.3. Proveedores

El amaranto es un cereal cultivado a nivel mundial, su principal atractivo son las características nutritivas. Los países productores más fuertes mundialmente son los siguientes:

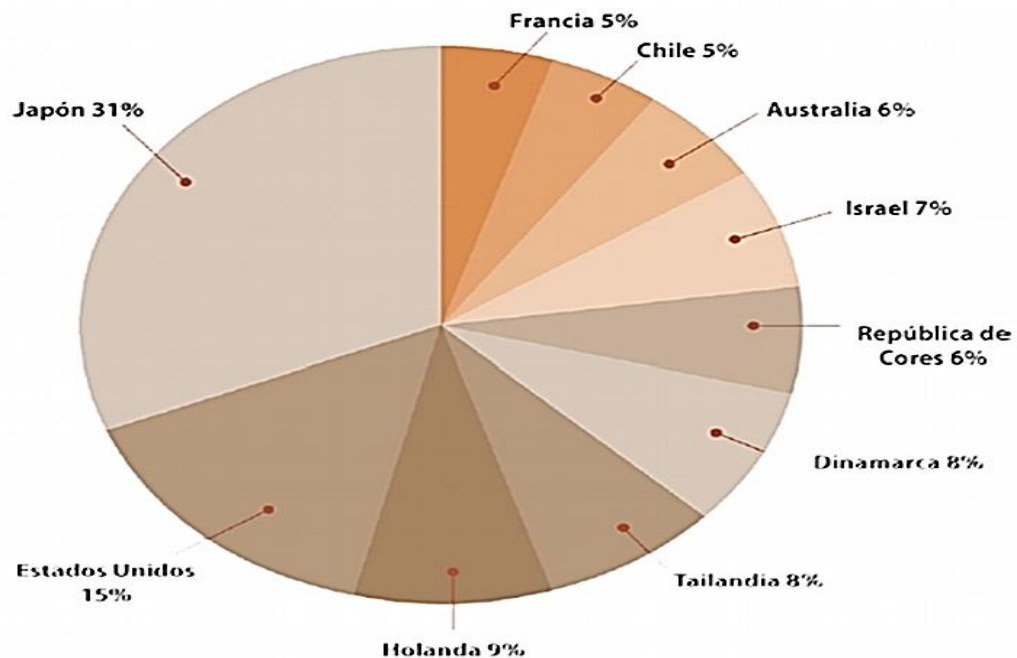
- Estados Unidos
- Chile
- Japón
- Holanda



- Tailandia
- Dinamarca
- Israel
- Australia
- Francia

Según estudios del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuaria de México, como antes fue mencionado, el amaranto puede mejorar la alimentación y nutrición de las personas. Para los proveedores el cultivo del amaranto tiene similares características al de la soya, facilitando su adaptación en los procesos de cultivo.

Figura 76. Países productores de amaranto



Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación e Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias. *Análisis de la cadena de valor de amaranto en México*. SAGARPA, INIPAF. Consulta: 2018.


## **5.7. Auditorías**

Las auditorías son necesarias para llevar un control interno y dar cumplimiento a las políticas del instituto. A continuación se muestra cómo realizar las auditorías internas y externas.

### **5.7.1. Internas**


La auditoría interna es la responsable de velar por el cumplimiento de las normas, políticas y procedimientos establecidos por el instituto para el resguardo de sus activos, y de asesorar a la gerencia en la toma de decisiones. En la planta de producción se debe enfocar sobre los procesos, costos, seguridad industrial, aspectos legales, cantidad y calidad de productos. Esta auditoría la pueden realizar los técnicos y profesionales.

Figura 77. Auditoría interna de procesos de harina para atol

<p><b>Auditoría Interna General:</b> <b><u>Procesos de Harina para AtoI</u></b></p> <p>Planta Piloto –INCAP-</p>	 <p>Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá - INCAP-</p>			
<p>Área : Producción de Harina para AtoI</p>	<p>Responsable de área: Juan García</p>			
<p>Realizado por: Auditor interno del área de producción</p>	<p>Fecha de realización: 10-10-17</p>			
<p><b>Descripción</b></p>	<p><b>SI</b></p>	<p><b>NO</b></p>	<p><b>N/A (No Aplica)</b></p>	<p><b>Observaciones</b></p>
<p>¿Se encuentra del área de producción de harina para atol separada de otras áreas?</p>	<p>X</p>			
<p>¿Realizan adecuadamente BPM?</p>	<p>X</p>			
<p>¿Utilizan equipo de seguridad e higiene industrial?</p>	<p>X</p>			
<p>¿Se cumplen los diagramas de proceso?</p>	<p>X</p>			
<p>¿Se utiliza la maquinaria adecuadamente?</p>	<p>X</p>			
<p>¿Realizan el proceso de cocción a la temperatura indicada?</p>	<p>X</p>			
<p>¿Los productos terminados pasan por evaluación de calidad?</p>	<p>X</p>			
<p>¿Se realiza limpieza de maquinaria y área después de realizar los procesos?</p>	<p>X</p>			
<p>¿Se realiza una inspección de limpieza realizada en la maquinaria?</p>		<p>X</p>		
<p><b>AUDITORÍA</b></p>	<p><b>APROBADA</b></p>			

Fuente: INCAP.

Figura 78. Auditoría interna de procesos de galleta

<p><b>Auditoría Interna General:</b> <b><u>Procesos de Galleta</u></b></p> <p>Planta Piloto –INCAP-</p>	 <p>Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá - INCAP-</p>			
<p>Área : Producción Galleta</p>	<p>Responsable de área: Juan García</p>			
<p>Realizado por: Auditor interno del área de producción</p>	<p>Fecha de realización: 10-10-17</p>			
<p><b>Descripción</b></p>	<p><b>SI</b></p>	<p><b>NO</b></p>	<p><b>N/A (No Aplica)</b></p>	<p><b>Observaciones</b></p>
<p>¿Se encuentra del área de producción de harina para atol separada de otras áreas?</p>	<p>X</p>			
<p>¿Realizan adecuadamente BPM?</p>	<p>X</p>			
<p>¿Utilizan equipo de seguridad e higiene industrial?</p>	<p>X</p>			
<p>¿Se cumplen los diagramas de proceso?</p>	<p>X</p>			
<p>¿Se utiliza la maquinaria adecuadamente?</p>	<p>X</p>			
<p>¿Realizan el proceso de cocción a la temperatura indicada?</p>	<p>X</p>			
<p>¿Los productos terminados pasan por evaluación de calidad?</p>	<p>X</p>			
<p>¿Se realiza limpieza de maquinaria y área después de realizar los procesos?</p>	<p>X</p>			
<p>¿Se realiza una inspección de limpieza realizada en la maquinaria?</p>		<p>X</p>		
<p><b>AUDITORÍA</b></p>	<p><b>APROBADA</b></p>			

Fuente: INCAP.

### 5.7.2. Externas

Se debe contratar una institución ajena al instituto para hacer una evaluación de la situación económica, financiera, operativa y fiscal, que permita

detectar y prevenir fraudes y errores que impliquen pérdida de materiales y una inadecuada calidad de los productos.

Figura 79. Auditoría externa

INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA  
I N C A P

AUDITORIA FINANCIERA  
"PLANTA DE PRODUCCION"

*Este informe refleja informacion financiera extraida de los reportes contables legalmente habilitados*

**Para:** Ramón Maradiaga, Director      **Periodo Reportado:** Enero 01 - Diciembre 31, 2017  
**Fecha de Inicio:** Febrero 01, 2018      **Fecha Actual:** Marzo 15, 2018  
**Fecha de Termina:** Febrero 05, 2018      **Moneda:** Quetzal

Línea de Presupuesto	Presupuesto Anual	Gastos Previos Reportados	Gastos de este Período	Total de Gastos Acumulados	Saldo
I Salarios	285,100.00	55,000.00	205,000.00	260,000.00	25,100.00
II Prestaciones Laborales	57,020.00	11,000.00	45,000.00	56,000.00	1,020.00
III Maquinaria	50,000.00	40,000.00	8,000.00	48,000.00	2,000.00
IV Mobiliario y Equipo	30,000.00	25,000.00	3,500.00	28,500.00	1,500.00
V Materias Primas	40,000.00	20,000.00	19,500.00	39,500.00	500.00
VI Materiales y Suministros	20,000.00	10,000.00	9,500.00	19,500.00	500.00
VII Otros Costos Directos	15,000.00	8,000.00	5,500.00	13,500.00	1,500.00
<b>TOTAL</b>	<b>497,120.00</b>	<b>169,000.00</b>	<b>296,000.00</b>	<b>465,000.00</b>	<b>32,120.00</b>

*El sistema de control interno está diseñado para proporcionar a la Administración del INCAP una seguridad razonable, pero no absoluta, de que los activos están protegidos contra pérdidas por usos o disposiciones no autorizadas, y que las transacciones son ejecutadas de acuerdo con las políticas de la Administración, disposiciones legales aplicables y registradas apropiadamente para permitir la preparación de los Estados*

*Nuestra evaluación y análisis del sistema de control interno, no necesariamente revelan todas las debilidades importantes del mismo; sin embargo, en nuestra revisión al 31/12/2017, observamos ciertos asuntos en relación con su funcionamiento que a nuestro juicio podrían afectar la capacidad de la Administración, para registrar, procesar, resumir y reportar información, así como en su operación normal.*

Audidores y Consultores de Guatemala

Fuente: INCAP.



## CONCLUSIONES

1. Se formularon dos productos alimenticios a base de amaranto enfocados en la refacción para niños de edad escolar, que cumplieran con las recomendaciones dietéticas adecuadas para dicha edad.
2. Los productos creados según las formulaciones son: a) harina para atol, y b) galleta, los cuales contienen cantidades de carbohidratos, grasas y proteínas adecuadas para garantizar a los escolares una mejor nutrición.
3. Se elaboraron diagramas de procesos, flujo y recorrido, para mostrar la secuencia de operaciones relacionadas con el uso de la maquinaria, insumos y materia prima, proporcionando una imagen clara de cada paso del proceso productivo.
4. Esta investigación muestra la importancia de desarrollar nuevos productos alimenticios altos en nutrientes, poniendo en práctica la innovación e investigación de materias primas, insumos, procesos, etc.
5. Los productos elaborados fueron puestos a prueba en la planta de producción, basándose en los diagramas de procesos, flujo y recorrido, obteniendo resultados positivos en cuanto al uso adecuado de los recursos.
6. Los productos alimenticios fueron analizados en el Laboratorio de Composición de Alimentos del INCAP, los cuales fueron aceptados al compararse con los datos teóricos de las formulaciones y presentados

ante un panel de evaluadores sensoriales, quienes emitieron una opinión aceptable sobre estos.

7. Se realizó una evaluación de los recursos disponibles para elaborar los productos, a efecto de utilizarlos adecuadamente en los procesos existentes y optimizar su rendimiento, obteniendo como resultado productos de calidad a costos esperados: a) harina para atol, a un costo de Q. 6,27 en presentación de bolsa de ½ libra, y b) galleta, a un costo de Q. 0,315 la unidad de 28 gramos.



## RECOMENDACIONES

1. Las líneas de producción de los presentes productos serán utilizadas únicamente para alimentos vegetales, aplicando las Buenas Prácticas de Manufactura y evitando una contaminación cruzada de alimentos.
2. Realizar un plan de seguridad industrial con el objetivo de ofrecer condiciones seguras en todos los lugares donde se realicen actividades que impliquen algún riesgo a los trabajadores.
3. Continuar incentivando a la población sobre la importancia de mantener una vida saludable en los niños, consumiendo alimentos altos en nutrientes que contribuyan al crecimiento y desarrollo de estos.



## BIBLIOGRAFÍA

1. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudios del trabajo: ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2ª ed. México: McGraw-Hill. 2005. 459 p.
2. MENCHÚ, María Teresa; MÉNDEZ, Humberto (eds.). *Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica*. Guatemala: INCAP, 2007. 126 p.
3. MENCHÚ, María Teresa; TORÚN, Benjamín; ELÍAS, Luis. *Recomendaciones dietéticas diarias del INCAP*. 2ª. Ed. Guatemala: INCAP, 2012. 222 p.
4. Ministerio de Salud y Asistencia Social; et al. *Guías alimentarias para Guatemala: recomendaciones para una alimentación saludable*. Guatemala: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2012. 55 p.
5. NIEBEL, Benjamin; W. FREIVADLS, Andris. *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. 11ª. Ed. México: Alfaomega, 2008. 745 p.
6. Puente a la Salud Comunitaria. *Manual para la producción de amaranto, cultivo, cosecha y postcosecha*. [en línea]. <<http://www.puentemexico.org/sites/default/files/puente/attachments/manualecoamarantofinal.pdf>>. [Fecha de consulta: 2018].