

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

“Sustitución de harina de trigo por harina de maíz variedad INIAP H-824  
Lojanito para la elaboración de un bizcocho“

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**INGENIERAS DE ALIMENTOS**

Presentado por:

Gabriela Stefanía Aguilar Solís  
Tania Pamela Alejandro Naranjo

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

Año: 2016

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por permitirme alcanzar una meta más con perseverancia y humildad, a mis padres y a mi familia por el apoyo incondicional, a mi compañera de proyecto Tania por su aporte y dedicación en la realización de este trabajo, y a mi amiga Verónica por su motivación y aliento. Agradecimientos especiales a la M.Sc. Karín Coello, tutora de este proyecto y al Ph.D. Patricio Cáceres por brindarnos las directrices que nos llevó a la culminación de éste proyecto.

***Gabriela Stefanía Aguilar Solís.***

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por estar conmigo en cada paso que doy y por permitirme culminar con éxito este proyecto. A mi familia, especialmente a mi madre por ser mi pilar principal y depositar en mí su confianza y sabiduría. A mi compañera Gabriela, por su paciencia, apoyo, entrega y dedicación en el desarrollo de este proyecto. A mis queridos amigos por su constante motivación y a mis fieles compañeros de vida Lolo y Nala.

***Tania Pamela Alejandro Naranjo.***

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la materia integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

Gabriela Stefanía Aguilar Solís

Tania Pamela Alejandro Naranjo

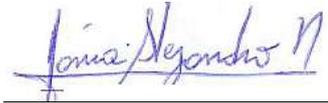
M.Sc. Karín Coello Ojeda

y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.



---

Gabriela Stefanía Aguilar  
Solís



---

Tania Pamela Alejandro  
Naranjo



---

M.Sc. Karín Coello Ojeda

## RESUMEN

Desde los últimos cinco años el Ecuador ha invertido en proyectos tecnológicos y sustentables con el objetivo de generar cambios en la matriz productiva, uno de ellos es la producción de la variedad de maíz INIAP H-824 Lojanito que se ve mayoritariamente direccionada a la industria del balanceado y al consumo avícola, identificando así una falta de aprovechamiento de esta materia prima en el desarrollo de productos de consumo humano.

El presente proyecto tuvo como objetivo la elaboración de un bizcocho con buena aceptación sensorial, sustituyendo parcialmente la harina de trigo por harina de maíz de la variedad antes mencionada. Para llevarlo a cabo se efectuaron pruebas experimentales variando el porcentaje de harina de maíz en 30, 60 y 90 por ciento hasta obtener similares características organolépticas a las de un producto comercializado en el mercado local.

Para determinar cuál de los tres prototipos tenía mayor aceptación sensorial se realizó una prueba de grado de satisfacción que involucró a 30 jueces entre las edades de 10 a 30 años. Los resultados de esta prueba fueron analizados utilizando el software Minitab 17, determinándose que no existe diferencia significativa en el grado de satisfacción de las tres muestras. Luego, para seleccionar la formulación más idónea se desarrolló una prueba sensorial de comparación múltiple, mediante la cual se comparó la esponjosidad de los tres prototipos frente a una muestra de referencia, dando como resultado que la muestra de bizcocho con el 60% de harina de maíz no presentó diferencia con la muestra de referencia y, por lo tanto, esta fórmula fue seleccionada para definir las etapas del proceso industrial y equipos. Finalmente, se estimó el costo de fabricación unitario.

**Palabras Clave:** Bizcocho, maíz INIAP H-824 Lojanito, sustitución.

## **ABSTRACT**

*For the last five years Ecuador has invested in technological and sustainable projects with the purpose to generate changes in the productive model, one of which is the production of the corn INIAP H-824 Lojanito variety, which is mostly addressed to the balanced industry and the poultry consumption, there for identifying a lack of exploitation of this raw material in the development of human consumption products.*

*The following project had the objective to elaborate a biscuit with a good sensory acceptance, by partially substituting the wheat flour contained with corn flour of the variety early mentioned. To determine the results it was effected experimental tests varying the corn flour percentage in 30, 60 and 90 percent until a product with similar characteristics of one in the market was obtained.*

*To determine which of the three prototypes had more sensory acceptance it was developed a level of satisfaction panel test method which included 30 judges between the ages of 10 and 30 years. The results obtained were analyzed by applying the software Minitab 17, which indicated that there is no significant difference between the satisfaction levels of the three samples. To select the most suitable formula it was developed a multiple choice panel test method, through which it was compared the sponginess of the three prototypes against a referenced sample, giving as a result that there was no difference between the biscuit sample partially substituted with 60% corn flour and the pattern sample, there for this formula was selected to define the flowchart process and industrial equipment. Finally, it was estimated a unit cost of manufacture.*

**Key words:** *Biscuit, corn INIAP H-824 Lojanito, substitution.*

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	I
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	V
SIMBOLOGÍA	VI
ÍNDICE DE GRÁFICOS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE FOTOS	X
CAPITULO 1.....	11
1. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Descripción del problema. ....	11
1.1.1. Antecedentes.....	11
1.1.2. Definición del Problema.....	12
1.1.3. Análisis Crítico.....	12
1.1.4. Propuesta.....	13
1.2. Objetivos.....	14
1.2.1. Objetivo General.....	14
1.2.2. Objetivos Específicos.....	14
1.3. Marco teórico.....	15
1.3.1. Materia Prima.....	15
1.3.2. INIAP H-824 Lojanito.....	17
1.3.3. El Bizcocho.....	19
1.3.4. Los Procesos para la elaboración del bizcocho.....	19
CAPÍTULO 2.....	20
2. METODOLOGÍA DEL DISEÑO.....	20
2.1. Materiales y Métodos.....	20
2.1.1. Caracterización de la Materia Prima.....	20
2.1.2. Pruebas Experimentales.....	21
2.2. Proceso de producción.....	22
2.3. Descripción de Equipos.....	26
2.4. Análisis sensorial.....	30
2.4.1. Prueba de grado de satisfacción.....	30
2.4.2. Prueba de comparación múltiple.....	32

CAPÍTULO 3.....	34
3. RESULTADOS .....	34
3.1. Resultados de la experimentación.....	34
3.2. Resultados de las pruebas sensoriales .....	35
3.2.1. Resultados de la prueba de grado de satisfacción .....	35
3.2.2. Prueba sensorial de comparación múltiple .....	37
3.3. Balance de materia de la fórmula de la fórmula seleccionada.....	39
3.4. Estimación de costos de producción para la elaboración industrial del bizcocho. 40	
CAPÍTULO 4.....	51
4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	51
4.1. Conclusiones .....	51
4.2. Recomendaciones .....	51
BIBLIOGRAFÍA.....	52
APENDICES.....	55

## ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral.
MIPRO	Ministerio de Industrias y Productividad.
INIAP	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización.
SINAGAP	Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.
CIMMYT	Centro Internacional de Maíz y Trigo
FYO	Futuros Y Opciones S.A.
SICA	San Camilo S.A.
A1	Proporción del 30% de harina de maíz
A2	Proporción del 60% de harina de maíz
A3	Proporción del 90% de harina de maíz
D.M.S.	Diferencia mínima significativa

## SIMBOLOGÍA

T	Tonelada
Ha	Hectárea
%	Porcentaje
M	Metro
msnm	Metros sobre el nivel del mar
spp	Subespecie
G	Gramos
Kg	Kilogramos
gal	Galón
lt	Litro
Paq	Paquete
Kwh	Kilowatt hora
HP	Caballos de potencia
Kw	Kilowatt
S	Segundo
Min	Minuto
H	Hora
Kj	Kilojoule
\$	Dólar americano
Q	Calor
$\dot{Q}$	Flujo másico
Cp	Calor específico
°C	Grados centígrados
°T	Temperatura
$\Lambda$	Calor latente del agua
M	Masa
A	Nivel de significancia
H <sub>0</sub>	Hipótesis nula
H <sub>1</sub>	Hipótesis alterna
F	Distribución Fisher

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Árbol del problema.....	13
Gráfico 2. Principales productores mundiales de maíz.....	15
Gráfico 3. Diagrama de flujo para la elaboración de un bizcocho.....	25
Gráfico 4. Diagrama de cajas de la prueba de grado de satisfacción.....	36
Gráfico 5. Diagrama de cajas de la prueba de comparación múltiple.....	38
Gráfico 6. Balance de materia en base a la producción de un día de la formula A2. ....	39

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Varios tipos de maíz en los trópicos. ....	16
Tabla 2. Composición química del grano de maíz. ....	16
Tabla 3. Superficie de los principales cultivos según las regiones del Ecuador. ....	17
Tabla 4. Principales características morfológicas del híbrido INIAP H-824 Lojanito.....	18
Tabla 5. Rendimiento del híbrido INIAP H-824 Lojanito en T/Ha al 13% de humedad..	18
Tabla 6. Porcentaje de harina de maíz en cada formulación.....	21
Tabla 7. Leyenda de las ubicaciones en el Lay-Out.....	28
Tabla 8. Codificación de muestras para la prueba de grada de satisfacción.....	32
Tabla 9. Codificación de muestras para la prueba de comparación múltiple.....	33
Tabla 10. Análisis de varianza de la prueba de grado de satisfacción. ....	35
Tabla 11. Análisis de varianza de la prueba de comparación múltiple. ....	37
Tabla 12. Prueba de Turkey para determinar D.M.S. ....	38
Tabla 13. Tabla de información para la estimación de costos. ....	40
Tabla 14. Precios unitarios de las materias primas y el material de empaque por Kg...41	
Tabla 15. Costos de materia prima y empaque. ....	42
Tabla 16. Costos de mano de obra directa.....	42
Tabla 17. Costos de mano de obra indirecta. ....	44
Tabla 18. Costos de materiales indirectos.....	44
Tabla 19. Consumos de energía de equipos y tiempos de operación. ....	45
Tabla 20. Costos de materiales y suministros. ....	49
Tabla 21. Estado de resultados de la producción anual. ....	49
Tabla 22. Estimación de costos a 3 años. ....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Balanza PCE TS 150.....	26
Fig. 2. Mezcladora de helicoidales. ....	26
Fig. 3. Mezcladora doble sigma.....	26
Fig. 4. Llenadora volumétrica. ....	27
Fig. 5. Horno de túnel.....	27
Fig. 6. Túnel de enfriamiento.....	27
Fig. 7. Empacadora horizontal.....	28

## ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1. Bizcocho de la primera prueba experimental .....	21
Foto 2. Bizcocho de la segunda prueba experimental .....	22
Foto 3. Bizcocho de la tercera prueba experimental .....	22
Foto 4. Adecuación del área para prueba sensorial. ....	30
Foto 5. Instrucción a los jueces. ....	31
Foto 6. Disposición de muestras y ficha. ....	31
Foto 7. Producto final, (a) sustitución 30%, (b) sustitución 60%, (c) sustitución 90%....	34

# CAPITULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Descripción del problema.

#### 1.1.1. Antecedentes

La producción de trigo en el Ecuador es muy deficitaria por lo que es necesario recurrir a importaciones para cubrir la demanda. Según el Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO) un 98,45% del trigo que se consume en el país es importado, por lo que la producción nacional, cuyo contenido en proteínas y carbohidratos es bajo, sólo cubre del 2 al 3% de la demanda. (Ortuño & Tobar, 2015). Al año se importan alrededor de 570 mil toneladas métricas equivalentes a una inversión de más de 200 mil millones de dólares americanos, y el 70% de esa importación es utilizada en productos panificables y sus derivados. (El Telégrafo, 2014)

Se han realizado estudios en el Ecuador bajo el principio de la sustitución de harina de trigo por harinas de otros cereales como maíz, arroz, y centeno, con el objetivo de innovar en el mercado, reducir importaciones y que el producto final aporte nutricionalmente, todas estas investigaciones y desarrollos toman como base la fabricación de pan y galletas que se han identificado como productos de alto consumo, sin embargo existen otras líneas en el mercado como la fabricación de bizcochos, cupcakes y dulces de repostería que son consumidos de forma frecuente debido a que son incluidos en desayunos y postres.

A continuación se mencionan algunos estudios de desarrollo de producto a partir de la sustitución de harina de trigo:

*“Estudio de la influencia del tipo de harina en el desarrollo de galletas sin gluten”* Picón, J. (2014), Universidad de Valladolid-España; en donde su objetivo era analizar el comportamiento de la masa bajo la influencia de la granulometría y los tipos de harinas provenientes de diferentes cereales, se incluía a la harina de maíz como variable.

*“Estudio de la incidencia de la incorporación de masa de papa de la variedad superchola (Solanum tuberosum), como sustituto parcial de harina de trigo en el proceso de elaboración de pan”* Montoya, J. y Román, G. (2010), Universidad técnica del Norte-Ecuador; en donde su objetivo era determinar la proporción de masa de papa, el tiempo de amasado y fermentación de la masa óptimos para la elaboración de pan a un bajo costo.

*“Alternativas de Aprovechamiento de harinas no tradicionales para la elaboración de pan artesanal”* Ordóñez, G. y Oviedo, R. (2010), ESPOL-Ecuador; en donde se desarrollaron mezclas de harina como trigo-centeno-plátano en proporciones de 80-10%-10% y 70%-15%-15%, y las mezclas de trigo-centeno-maíz en proporciones de 70%-15%-15% y 69%-7%-24%, que mediante un análisis sensoriales se determinó la mejor composición para el pan.

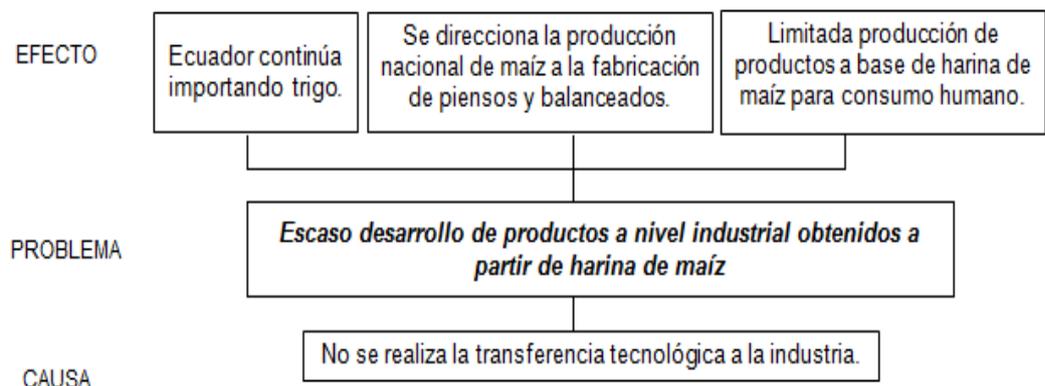
En las fuentes consultadas no se evidenció estudios sobre el desarrollo de bizcochos a partir de harina de maíz, solo hacen publicaciones de recetas caseras y artesanales como humitas, tamales, tortillas, pan y galletas sin darle una utilidad industrial en los diferentes productos que incluyen harina como base de su fórmula.

### **1.1.2. Definición del Problema**

Escaso desarrollo de productos a nivel industrial obtenidos a partir de harina de maíz.

### **1.1.3. Análisis Crítico**

A continuación en la gráfica 1 se presenta un esquema de la problemática, sus causas y efectos para establecer claramente hacia donde se encamina la propuesta del presente proyecto.



**Gráfico 1. Árbol del problema**  
**Fuente: Aguilar & Alejandro, 2016**

#### 1.1.4. Propuesta

Proponer una alternativa para la utilización de la harina de maíz de la variedad INIAP H-824 Lojanito en la elaboración de un producto que pueda ser incluido en la alimentación de consumo humano.

#### Justificación de la Propuesta

En la actualidad los proyectos e inversiones del país se ven encaminados al desarrollo de nuevos productos con la utilización de cereales cosechados a nivel nacional como el maíz, el arroz, la quinua y el centeno, como alternativa para reducir el alto porcentaje de importación de trigo.

El maíz es el segundo cereal más cosechado en el Ecuador y esto se debe a que desde el año 2000 al 2012 la producción nacional de maíz duro seco en el Ecuador ha aumentado en un 188%, debido al uso de semillas de alto rendimiento. En el año 2000 se produjeron 423 mil toneladas y para el 2012 se incrementó a 1.22 millones de toneladas, registrando una tasa de crecimiento promedio anual de 12.06%, este incremento de producción de maíz duro es favorable ya que el consumo interno ha crecido por la cantidad de industrias existentes y su diversificación en la aplicación de este producto. (SINAGAP, 2013)

Es importante citar que desde el año 2007 se han realizado estudios para el desarrollo de nuevos híbridos de maíz duro seco, uno de ellos el maíz de la variedad INIAP H-824 Lojanito cuya primera siembra se realizó en diciembre del 2012, del cual se ha obtenido un alto rendimiento de 6 a 10.6 T/Ha, contribuyendo así a cumplir con uno de los objetivos del país en desarrollar alternativas tecnológicas orientadas a la producción sustentable para el cambio de la matriz productiva, siendo uno de los factores considerables por lo que se seleccionó la variedad para desarrollar el presente proyecto. (INIAP, 2012)

En lo que respecta al consumo de maíz duro en el Ecuador, el 57% de la producción local la consume avicultura, el 6% para la fabricación de alimentos balanceados para otros animales, el 25% para la exportación, el 4% para las industrias de consumo humano y la diferencia es utilizado para el autoconsumo y semilla. Con el incremento anual de la producción de maíz el estado desea migrar a que el maíz sea utilizado en la elaboración de productos de consumo humano. ( Diario La Hora, 2015)

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

- Elaborar un bizcocho con buena aceptación sensorial, sustituyendo parcialmente la harina de trigo por harina de maíz de la variedad INIAP H-824 Lojanito.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Definir las proporciones a sustituir con harina de maíz dentro de una formulación base de bizcocho.
- Desarrollar los experimentos con las proporciones de harina de maíz establecidas.
- Establecer mediante los resultados sensoriales la formulación más idónea que satisfaga a los potenciales consumidores.
- Definir las etapas del proceso y equipos para la elaboración industrial del bizcocho con la formulación seleccionada.
- Estimar costos de producción para la elaboración industrial del bizcocho.

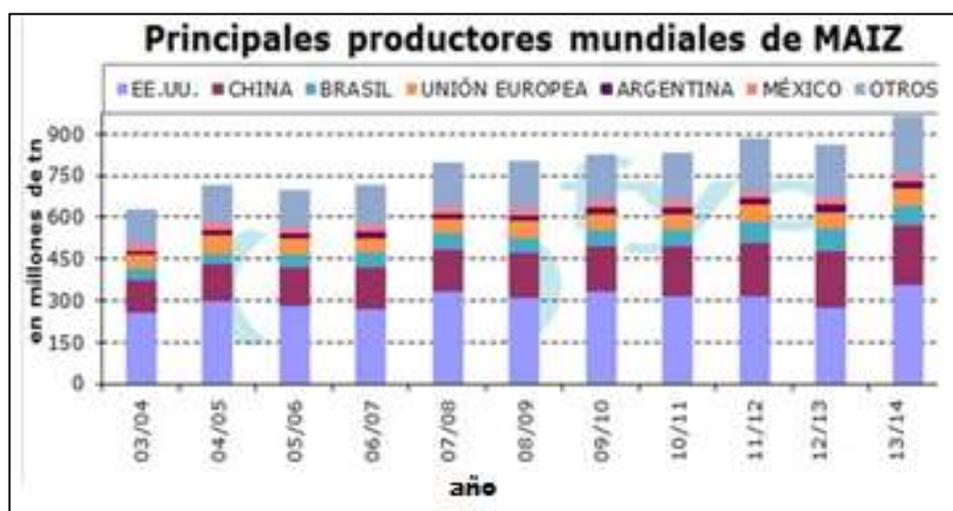
### 1.3. Marco teórico

#### 1.3.1. Materia Prima

##### El Maíz

El origen del maíz es aún desconocido debido a su antigüedad, sin embargo se cree originario de las zonas de México y América Central en los años de 1950; en la actualidad la producción de maíz se ha extendido en el mundo, siendo Estados Unidos uno de los mayores productores del mismo (Arteaga & Torres, 2004).

En el gráfico 2 se presentan los principales productores mundiales de maíz de acuerdo a la cantidad producida en millones de hectáreas por año.



**Gráfico 2. Principales productores mundiales de maíz.**  
**FUENTE: (FYO, 2014)**

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el maíz se clasifica de acuerdo a la constitución del endospermo, el color del grano, el ambiente de cultivo, la madurez y sus usos. En la tabla 1 se presenta la clasificación de los diferentes tipos de maíz.

<b>Tipos de maíz</b>	<b>Área sembrada (millones de Ha)</b>
Amarillo duro	20,0
Blanco duro	12,5
Blanco dentado	19,0
Amarillo dentado	9,5
Harinoso y Morocho	0,6
Reventon, dulce y ceroso	Muy limitada

**Tabla 1. Varios tipos de maíz en los trópicos.**  
**FUENTE: (CIMMYT, 1998)**

### **Composición y valor nutricional**

En cuanto a la composición del grano de maíz está constituido por 3 partes: El pericarpio, cascarilla o piel externa cuya función es de protección del grano, el endospermo que es la reserva energética del grano y ocupa hasta el 80% del peso y contiene aproximadamente el 90% de almidón y el restante lo constituyen las proteínas, y pequeñas cantidades de aceites y minerales, y el germen que aporta grandes cantidades de energía en forma de aceite y tiene como función nutrir a la planta cuando comienza el período de crecimiento. (Acción Ecológica, 2004)

En la tabla 2, se presenta la composición química del grano, obtenidos datos bromatológicos.

<b>Parte del Grano</b>	<b>Ceniza (%)</b>	<b>Proteína (%) N X 6,25</b>	<b>Aceite (%)</b>	<b>Azúcar (%)</b>	<b>Carbohidratos (%) Almidón</b>	<b>Peso de grano entero (%)</b>
Endospermo	0,31	9,40	0,80	0,64	86,40	81,90
Germen o embrión	10,10	18,80	34,50	10,80	8,20	11,90
Pericarpio	0,84	3,70	1,00	0,34	7,30	5,30
Raquilla	1,56	9,30	9,30	1,54	5,30	0,80

**Tabla 2. Composición química del grano de maíz.**  
**FUENTE: (Prociandino, 1995)**

### **Cultivo y Disponibilidad**

En la última década se ha evidenciado la creciente producción de maíz a nivel nacional debido a que está incluido en uno de los 36 rubros principales en los que el país ha estado invirtiendo para su crecimiento y desarrollo. A continuación se presenta en la tabla 3 las superficies

sembradas por zona geográfica en el Ecuador hasta el 2006 expresadas en hectáreas.

Regiones	Maíz duro choclo (Ha)	Maíz duro seco (Ha)	Maíz suave choclo (Ha)	Maíz suave seco (Ha)
Total Nacional	18397	237170	40910	146848
Región Sierra	1093	43853	40825	14525
Región Costa	17176	184359	60	910
Resto del País	128	8958	25	13

**Tabla 3. Superficie de los principales cultivos según las regiones del Ecuador.**

**FUENTE:** (SICA, 2006)

Existen a nivel nacional 29 variedades criollas de maíz, de las cuales 18 pertenecen a la región sierra y 11 a la región costa y el oriente. (Agrytec, 2011). Entre ellas, la variedad INIAP-H824 que fue seleccionado de un sistema de evaluación entre 114 variedades de híbridos en donde los agricultores definieron sus preferencias en base a la altura de la planta y de la mazorca, los días de floración, tolerancia a enfermedades, facilidad a la cosecha y rendimiento. (INIAP, 2012)

### 1.3.2. INIAP H-824 Lojanito

El proyecto se ha desarrollado en base a la utilización de la harina de maíz proveniente del híbrido simple amarillo duro INIAP H-824 Lojanito, el cual posee una textura cristalina con ligera capa harinosa, en cuanto a la genética posee excelente habilidad combinatoria, teniendo las siguientes líneas genéticas (NPH28-1\*G25)\*NPH28)-1-2-1-1-3-1-B\*6 y Pob24 STEC1HC16-1-3-3-1-2-BB-f. (INIAP, 2012)

Una de las características importantes del cultivo del nuevo híbrido es que presenta una mazorca bien cubierta y cerrada que cuelga protegiéndola frente a los excesos de humedad que dan pie a la pudrición de la mazorca. Por otro lado la tusa es de aspecto delgado y el grano que contiene es grande y con una ligera capa harinosa. Este grano de maíz tiene la particularidad de tolerar plagas, insectos y enfermedades, por lo que no es necesario el uso de fungicidas para su desarrollo. (INIAP, 2012)

A continuación en la tabla 4 se muestran las principales características morfológicas de la variedad INIAP H-824 Lojanito.

Características	Rango	Promedio
Altura de la planta (m)	2,20 - 2,60	2,40
Altura de Mazorca (m)	1,10 - 1,30	1,20
Floración femenina (días)	60 - 64	62,00
Ciclo Vegetativo (días): Tierno (choclo)	80 - 120	100,00
Seco	110 - 160	135,00
Porcentaje de desgrane	80 - 82	81,00
Redimiento Experimental en grano seco al 13% de humedad (t/Ha)	6,0 - 10,6	8,30

**Tabla 4. Principales características morfológicas del híbrido INIAP H-824 Lojanito**  
**FUENTE:** (INIAP, 2012)

En cuanto al manejo agronómico del híbrido INIAP H-824 “Lojanito”, debido a su amplio rango de adaptación, presenta un mejor rendimiento. En la tabla 5 se presenta el rendimiento en hectáreas desde el año 2007 hasta el 2011 en varias localidades del país:

Localidad/año	Rendimiento T/Ha
Pindal-Loja. 2007*A	7,69
Pindal-Loja. 2007 A	8,39
Celica Loja. 2008 A	6,19
El Almendral- Loja. 2008**B	10,64
Sumaipamba- Loja. 2009 A	9,02
Pindal Centro Loja. 2009 A	8,15
Pindal, Doce de Diciembre Loja 2009 A	6,50
Celica- Sabanilla -- Loja 2009 A	7,96
Pindal Loja 2010 A	6,60
Celica Loja 2010 A	8,40
Almendral Loja 2010 A	10,70
Sta. Isabel Azuay 2010 A	7,50
Pindal- Achiotes Loja. 2011 A	6,65
Almendral Loja 2011 A	7,76
Opoluca Loja 2011 A	6,39
Garza Real Lja 2011 **B	10,60

\*A Invierno \*\*B Verano

**Tabla 5. Rendimiento del híbrido INIAP H-824 Lojanito en T/Ha al 13% de humedad.**  
**FUENTE:** (INIAP, 2012)

En lo que respecta a la siembra, los cantones del sur occidente de la provincia de Loja suelen realizarlo en los meses de enero a febrero, y las zonas con riego pueden sembrarse en los meses de julio a agosto, cosechando el grano en los meses de abril a septiembre. (INIAP, 2014)

En cuanto a la disponibilidad de la variedad INIAP H-824 Lojanito se puede mencionar que tiene un buen comportamiento agronómico desde las zonas bajas del sur occidente de Loja donde se asientan los cantones de como Zapotillo, Pindal, Celica, Alamor, Paltas, hasta los 1500 msnm en zonas de cantones como Santa Isabel en Azuay. Este híbrido ha sido sembrado en Loja, Santa Elena, El Oro y Los Ríos. (INIAP, 2013)

Los últimos censos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), reportan que en el año 2012 se sembraron 361,350 Ha de esta variedad y la producción nacional registró 1,2 millones de toneladas métricas, por lo que se indicó que esperaban para el 2015 incrementar sustancialmente la producción. (INIAP, 2013)

### **1.3.3. El Bizcocho**

El bizcocho es una masa de harina esponjada por huevos, azúcar y levadura química que se cocina en hornos a temperaturas superiores a 100°C dentro de moldes, que pueden ser consumidos en forma de un pequeño cake o en ocasiones sirve como base para elaborar distintos tipos de dulces de repostería.

El Codex Alimentarius para alimentos elaborados a base de cereales para lactantes y niños CODEX-STAN-074-1981 define bizcocho como un alimento elaborado por cocción al horno, que puede consumirse directamente o, después de una pulverización, con la adición de agua o leche. (CODEX, 1999)

### **1.3.4. Los Procesos para la elaboración del bizcocho.**

En cuanto a los procesos para la elaboración de bizcochos se encuentran: batido, mezclado, moldeado, horneado, enfriamiento y empacado. La primera etapa consiste en batir las grasas con la harina y como segunda fase el batido de las claras de huevo con el azúcar, posteriormente ambas se mezclan hasta que la masa quede uniforme, luego se la coloca en moldes encerados y se procede a hornear a 180°C durante 35 a 45 minutos, finalmente el producto es desmoldado y enfriado para su posterior empacado. (Alvarado, 2009)

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA DEL DISEÑO.

### 2.1. Materiales y Métodos.

#### 2.1.1. Caracterización de la Materia Prima.

Para la elaboración del bizcocho se utilizaron como materias primas harina de trigo y harina de maíz de la variedad INIAP H-824 Lojanito, y como insumos se utilizaron azúcar, sal, aceite, leche, huevo y levadura química conocida en el sector comercial como polvo de hornear.

La harina de trigo seleccionada proviene del proveedor Moderna Alimentos S.A., que cumplen con los requisitos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana para harina de trigo NTE INEN 616:2006. Por otra parte la harina de maíz utilizada fue aquella elaborada bajo los requisitos de la Norma Técnica Ecuatoriana para granos y cereales, maíz molido, sémola, harina y critz NTE INEN 2051:1995.

El aceite comestible utilizado cumple los requerimientos de la Norma Técnica Ecuatoriana para grasas y aceites comestibles NTE INEN 2 421:2009. De la misma manera el azúcar y la sal utilizados son productos elaborados cumpliendo todos los parámetros detallados en las normas NTE INEN 259:2000 para azúcar blanco y NTE INEN 57:2010 para sal de consumo humano.

La leche utilizada en la formulación es leche entera esterilizada que cumple con los parámetros establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana para leche larga vida NTE INEN 701:2009.

Los huevos utilizados son huevos extragrandes, entre 64 a 70 gramos de peso incluido la cáscara y que cumplen con los requerimientos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana para huevos comerciales y ovoproductos NTE INEN 1973:2011.

Se utilizó levadura química o polvo de hornear debido a que la masa no necesitaba fermentación alcohólica, por lo que la levadura química favoreció en la esponjosidad del producto final.

## 2.1.2. Pruebas Experimentales.

### Variable de estudio.

El proyecto se centra en el porcentaje de harina de maíz como variable de estudio. En la tabla 6 se observa la variación en la proporción de la sustitución de la harina de trigo dejando constante los porcentajes de los demás insumos como: azúcar, sal, huevo, etc.

Harina	Fórmula A1	Fórmula A2	Fórmula A3
Maíz	30%	60%	90%
Trigo	70%	40%	10%

**Tabla 6. Porcentaje de harina de maíz en cada formulación.**

**Fuente: Aguilar & Alejandro, 2016**

Para la realización de las pruebas experimentales se tomó un peso inicial de 1116.20 gramos calculando en base a la proporción la cantidad de gramos a utilizar de materia prima e insumos.

Para la primera prueba experimental se utilizó una formulación base con un tiempo de horneado de 45 minutos a 175°C; el producto final presentaba una caramelización en la superficie y falta de cocción por lo que se pudo apreciar que no poseía la esponjosidad deseada (Foto 1).



**Foto 1. Bizcocho de la primera prueba experimental**

En la segunda experimentación se realizó un reajuste de la fórmula así como las operaciones de mezclado hasta formar una masa homogénea. Se redujo el tiempo de horneado obteniéndose al final de la experimentación un producto esponjoso y cocido en su totalidad pero con una capa dura parda sobre la superficie (Foto 2).



**Foto 2. Bizcocho de la segunda prueba experimental**

En la tercera prueba experimental se mantuvo la fórmula de la segunda experimentación variando la temperatura de horneado, obteniendo un producto esponjoso, cocido en su totalidad, con un color agradable y sin la formación de la capa dura y parda en la superficie del producto (Foto 3).



**Foto 3. Bizcocho de la tercera prueba experimental**

## **2.2. Proceso de producción.**

### **Elaboración del Bizcocho**

En base a los resultados obtenidos de las pruebas experimentales previas, se establecieron tiempos y temperaturas de proceso que constituyen una guía para la producción industrial. A continuación se procede a describir el proceso de elaboración del bizcocho detallando las etapas y equipos a utilizar a nivel industrial.

## **Descripción del proceso**

### **Recepción**

El proceso inició con la etapa de recepción de materias primas como harina de maíz y la harina de trigo, e insumos como los huevos, leche, aceite, levadura química, sal y azúcar teniendo presente los parámetros de calidad e inocuidad para la aceptación de estos productos. Se tuvo las siguientes consideraciones en la recepción:

Las harinas de maíz y trigo, el azúcar, la levadura química y la sal no deben contener ningún tipo de plagas, ni materiales extraños, y se debe de recibir en ambiente seco para evitar que la humedad interfiera con la calidad de los productos.

En la recepción de leche se debe solicitar al proveedor un análisis de calidad que incluya análisis residual de antibióticos y acidez del producto para corroborar la calidad del producto y que esté cumpliendo con las normas INEN.

El aceite debe de estar libre de impurezas y se debe solicitar un análisis de presencia de radicales libres y de contaminantes declarados en la norma INEN.

Los huevos no deben de contener: heces fecales, sangre, plumas, moho y deben de presentar ausencia en *Salmonella Spp* (análisis que lo emite el proveedor certificando la liberación del producto).

### **Batido**

En este proceso se formaron dos mezclas: El punto de nieve y la mezcla de las grasas con la harina. El tiempo de este proceso fue de 40 minutos.

Para la formación del punto de nieve se colocó las claras de huevo y la sal en una mezcladora para incorporar aire a la mezcla. De forma paulatina se agrega el azúcar hasta que las claras batidas alcancen la estabilidad deseada.

Para la formación de la segunda mezcla se utilizaron las yemas de huevo, la leche y el aceite, la harina de maíz y de trigo, y la levadura química.

### **Mezclado**

Se agregó el punto de nieve a la segunda mezcla y se procedió a incorporarlas de tal manera que ambas se homogenizaran y a su vez que no se perdiera el aire ganado en la masa.

## **Moldeo**

Se dosificó en cada molde aproximadamente 40 gramos de la mezcla, los cuales contenían papel encerado o parafinado capaz de soportar altos niveles de humedad y grasas.

## **Horneo**

El proceso de horneado de los bizcochos duró 35 min a 140°C.

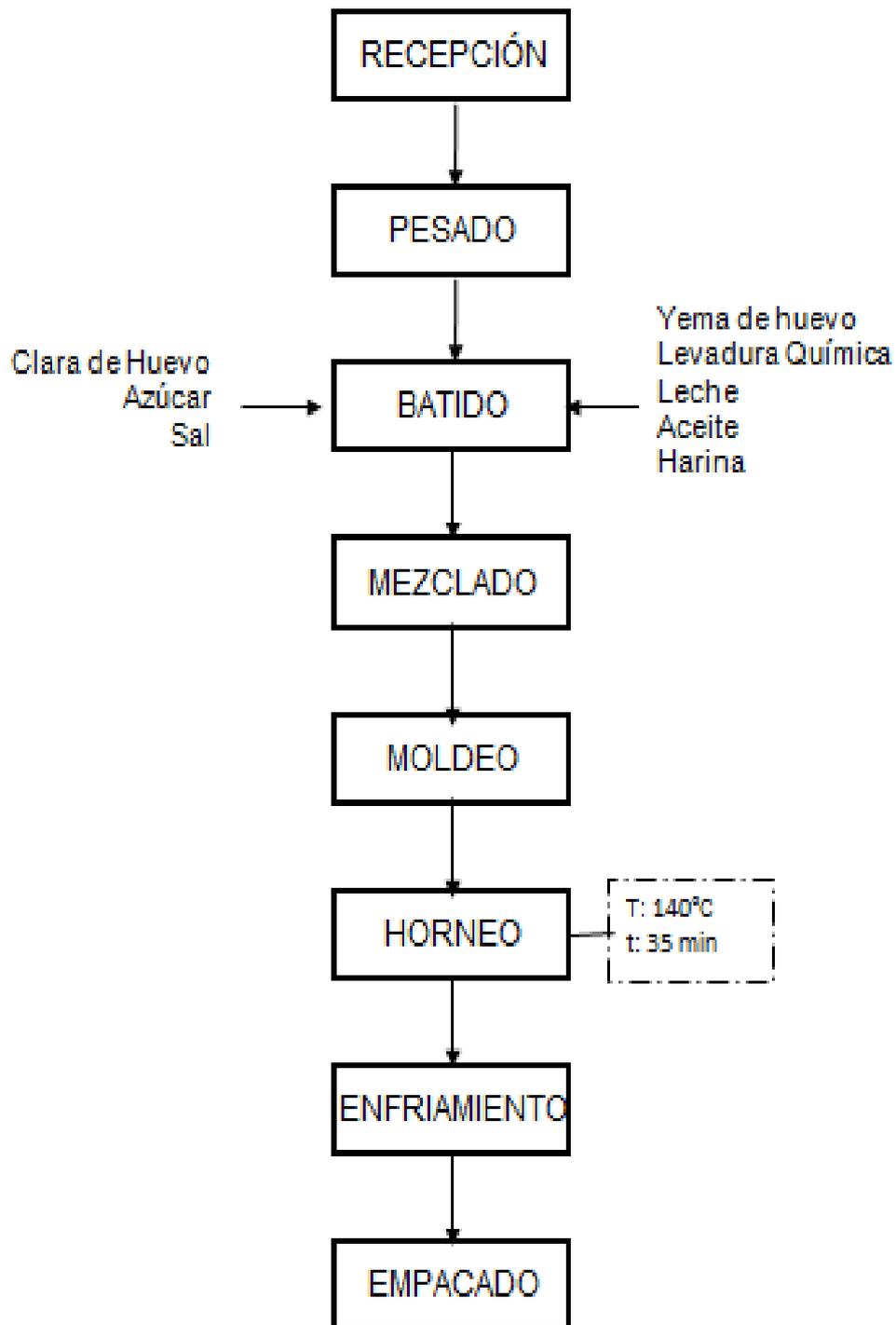
## **Enfriamiento**

Los bizcochos fueron enfriados por medio de ventilación forzada eliminando así el vapor de agua de la superficie y reduciendo la humedad del producto final.

## **Empacado**

Se procedió con el empacado del producto final, utilizando un empaque de polipropileno, previamente impreso con la siguiente información: logo, peso, fecha de elaboración y caducidad, registro sanitario, etiqueta semáforo, e información nutricional.

En el gráfico 3 se puede observar el diagrama de flujo para la elaboración del bizcocho.



**Gráfico 3. Diagrama de flujo para la elaboración de un bizcocho.**  
Fuente: Aguilar & Alejandro, 2016

### 2.3. Descripción de Equipos

A continuación se describen los equipos a escala industrial para la elaboración de bizcochos.

**Balanza industrial** PCE TS 150, cuya plataforma es de acero inoxidable y puede medir pesos hasta los 150kg y puede ser calibrada bajo un laboratorio certificado o la INEN. (PCE Instruments, 2016)



**Fig. 1. Balanza PCE TS 150.**

**Mezclador de helicoidales** modelo DAB500 con un volumen útil de 1017 litros y una potencia de 20HP. (BERANDEBI, 2013)



**Fig. 2. Mezcladora de helicoidales.**

**Mezclador doble sigma** modelo MDS 750 con un volumen útil de 1500 litros y una potencia es 20HP. (VEYCO Molinos y Mezclas, 2015)



**Fig. 3. Mezcladora doble sigma.**

**Llenadora volumétrica** de acero inoxidable modelo Elva, con una tolva de alimentación continua de 30 litros de capacidad y un sensor de envases automático. (FAST LINE, 2015)



**Fig. 4. Llenadora volumétrica.**

**Horno de túnel** de 6 metros modelo HT 2672 con una capacidad de producción máxima de 2000 unidades por hora. (TECNIDICOL, 2012)



**Fig. 5. Horno de túnel.**

**Túnel de enfriamiento** de 6 metros de largo modelo HTE 2673 el cual se base en enfriar el producto por ventilación forzada. (TECNIDICOL, 2012)



**Fig. 6. Túnel de enfriamiento.**

**Empacadora Horizontal** modelo Flow pack scorpion, que toma el film de una bobina soldándolo por la parte inferior mediante una serie de rodillos, luego las mordazas efectúan una soldadura transversal y superior, enviando el producto empacado por la banda transportadora de descarga. (CITALSA, 2015)



**Fig. 7. Empacadora horizontal.**

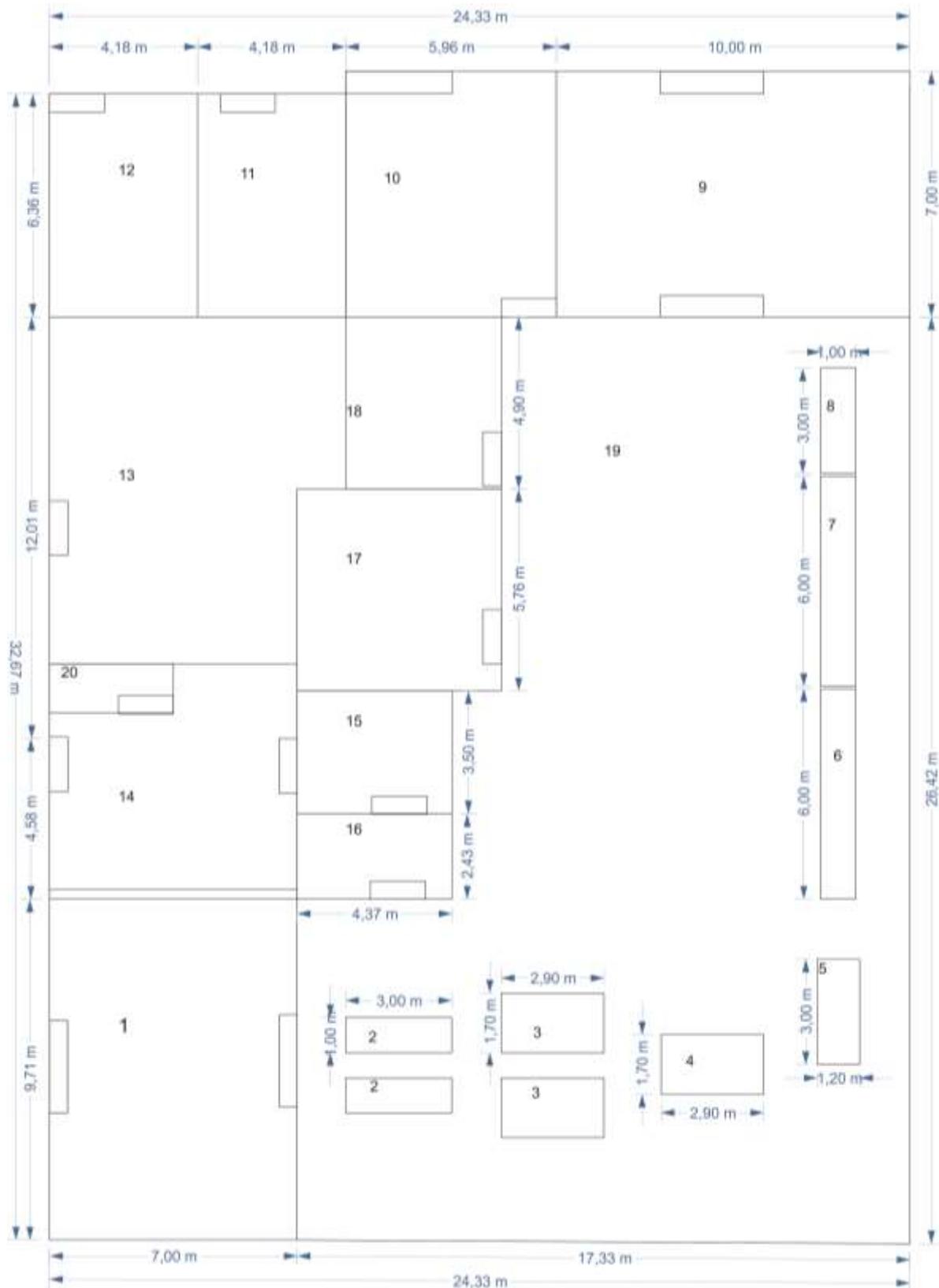
### 2.3.1. Lay-Out

A continuación en la tabla 7 se detalla las leyendas con la numeración respectiva de cada ubicación en el lay-out de la planta.

<b>Leyenda</b>			
1.- Bodega de materia prima	6.- Horno de túnel	11.- Dispensario médico	16.- Área de sanitización
2.- Mesas de pesado y preparación	7.- Túnel de enfriamiento	12.- Comedor	17.- Laboratorio
3.- Mezclador de helicoidales	8.- Empacadora horizontal	13.- Área administrativa	18.- Bodega de material de limpieza
4.- Mezclador doble sigma	9.- Bodega de producto terminado	14.- Recepción	19.- Área de producción
5.- Llenadora volumétrica	10.- Bodega de insumos y material de empaque	15.- Vestidores	20.- Baños

**Tabla 7. Leyenda de las ubicaciones en el Lay-Out**

**Fuente: Aguilar & Alejandro, 2016**



## **2.4. Análisis sensorial.**

### **2.4.1. Prueba de grado de satisfacción.**

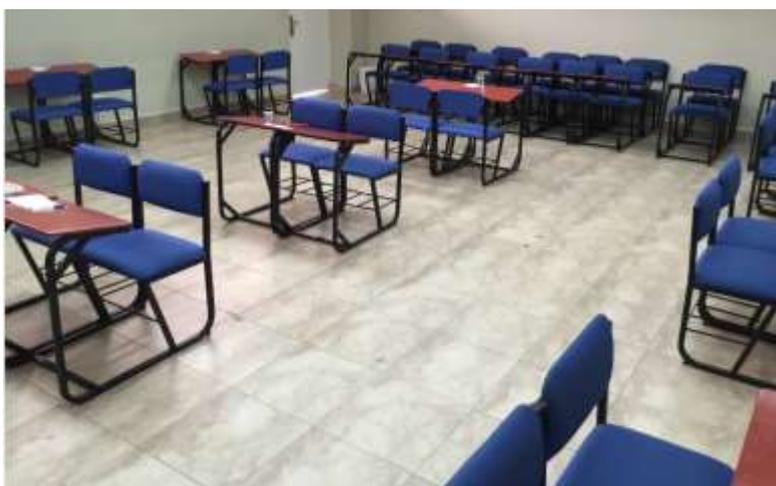
El objetivo de la prueba sensorial fue determinar el grado de satisfacción de tres tipos de bizcochos con diferentes formulaciones.

Las muestras evaluadas sensorialmente fueron bizcochos con diferentes formulaciones, en donde la variable establecida en las pruebas experimentales era el porcentaje de harina de maíz de la variedad INIAP H-824 Lojanito.

La prueba sensorial que se realizó es una prueba hedónica de grado de satisfacción del producto, utilizando la escala verbal de 9 puntos como se muestra en el Apéndice A (Anzaldúa, 1982), se seleccionó esta escala para conservar una amplitud significativa entre los resultados de los jueces.

En cuanto al número de jueces seleccionados al azar se tomó un total de 30, los cuales pertenecen al intervalo de edades entre 10 a 30 años, ya que son los potenciales consumidores del producto.

Para efectuar la prueba sensorial se procedió a adecuar el área de tal manera que cada panelista pueda tener el espacio necesario para realizar la degustación sin que ningún comentario u opinión de otro panelista interfiriera en su percepción.



**Foto 4. Adecuación del área para prueba sensorial.**

Dentro de la adecuación se estableció un área donde se recibieron a los panelistas para proporcionarles las instrucciones de cómo se debía de

llevar a cabo la prueba y como debían llenar la ficha que iban a disponer en cada ubicación.



**Foto 5. Instrucción a los jueces.**

Una vez que se adecuó el área, las ubicaciones fueron dotadas con las muestras previamente codificadas y la fichas para la evaluación, se les indicó a los jueces la instrucción de que deberían de probar cada una de las muestras de bizcocho de su ubicación y que entre las muestras era necesario tomar agua con el objetivo de enjuagar su cavidad bucal y a la vez neutralizarla de tal manera que la percepción de una muestra no influyera en otra.



**Foto 6. Disposición de muestras y ficha.**

Para conocimiento de los evaluadores se codificó cada una de las muestras con un código de 4 dígitos colocados en el orden que se detalla a continuación en la tabla 8.

Código	Formulación	Porcentaje de harina de maíz
4579	A3	90%
4212	A2	60%
3125	A1	30%

**Tabla 8. Codificación de muestras para la prueba de grado de satisfacción.**

**Fuente: Aguilar & Alejandro, 2016**

Una vez obtenidos los resultados requeridos de acuerdo al grado de satisfacción de los jueces, se procedió a analizar los datos estadísticamente planteando las siguientes hipótesis:

$$H_0 = A_1 = A_2 = A_3$$

**Vs.**

$$H_1 = A_1 \neq A_2 = A_3$$

$$A_1 = A_2 \neq A_3$$

$$A_1 \neq A_2 \neq A_3$$

Siendo  $H_0$  la hipótesis nula, la cual indica que no existe diferencia significativa entre el grado de satisfacción de las muestras; y  $H_1$  la hipótesis alterna, la cual indica que al menos en una muestra existe diferencia significativa en el grado de satisfacción.

Con la ayuda del software Minitab versión 17 se realizó un análisis de varianza con un nivel de significancia del 5% (Anzaldúa, 1982).

Para la interpretación de resultados se utilizó el siguiente criterio:

Si  $F_{\text{calculado}} > F_{\text{tabla}}$ ; se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ , y,

Si  $F_{\text{calculado}} < F_{\text{tabla}}$ ; no se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ .

El  $F_{\text{tabla}}$  se lo puede obtener de la tabla de distribución de Fisher mostrado en el Apéndice F.

#### **2.4.2. Prueba de comparación múltiple.**

El objetivo de esta prueba fue evaluar la característica de esponjosidad comparando las 3 muestras con una muestra de referencia posicionada en el mercado.

Las muestras evaluadas sensorialmente fueron bizcochos con diferentes formulaciones, en donde la variable establecida en las pruebas

experimentales era el porcentaje de harina de maíz de la variedad INIAP H-824 Lojanito.

La prueba sensorial que se realizó, es la prueba de comparación múltiple, en la cual se utilizó una tabla de puntuación de para indicar la semejanza o diferencia en cuanto a la característica de esponjosidad que tenían las muestras frente a una muestra de referencia como se muestra en el Apéndice C (Anzaldúa, 1982).

En cuanto al número de jueces seleccionados se tomó un total de 8 jueces entrenados de la ESPOL, de la carrera de Ingeniería en Alimentos que ya hayan cursado la materia de Evaluación Sensorial.

Para conocimiento de los evaluadores se codificó cada una de las muestras con un código de 4 dígitos colocados en el orden que se detalla en la tabla 9, códigos que estaban en la ficha para la realización de la prueba como se muestra en el apéndice D. (Anzaldúa, 1982)

Código	Formulación	Porcentaje de harina de maíz
6218	A3	90%
7812	A1	30%
6493	A2	60%

**Tabla 9. Codificación de muestras para la prueba de comparación múltiple.**

**Fuente: Aguilar & Alejandro, 2016**

Una vez obtenidos los resultados requeridos, se procedió a analizar los datos estadísticamente planteando las siguientes hipótesis:

**H<sub>0</sub>** = Las tres muestras son iguales en cuanto a esponjosidad con la muestras de referencia.

**Vs.**

**H<sub>1</sub>** = Las muestras son diferentes en cuanto a esponjosidad con la muestras de referencia.

Con la ayuda del software Minitab versión 17 se realizó una análisis de varianza con un nivel de significancia del 5% (Anzaldúa, 1982).

Para la interpretación de resultados se utilizó el siguiente criterio:

Si  $F_{\text{calculado}} > F_{\text{tabla}}$ ; se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ , y,

Si  $F_{\text{calculado}} < F_{\text{tabla}}$ ; no se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ .

El  $F_{\text{tabla}}$  se lo puede obtener de la tabla de distribución de Fisher mostrado en el Apéndice F.

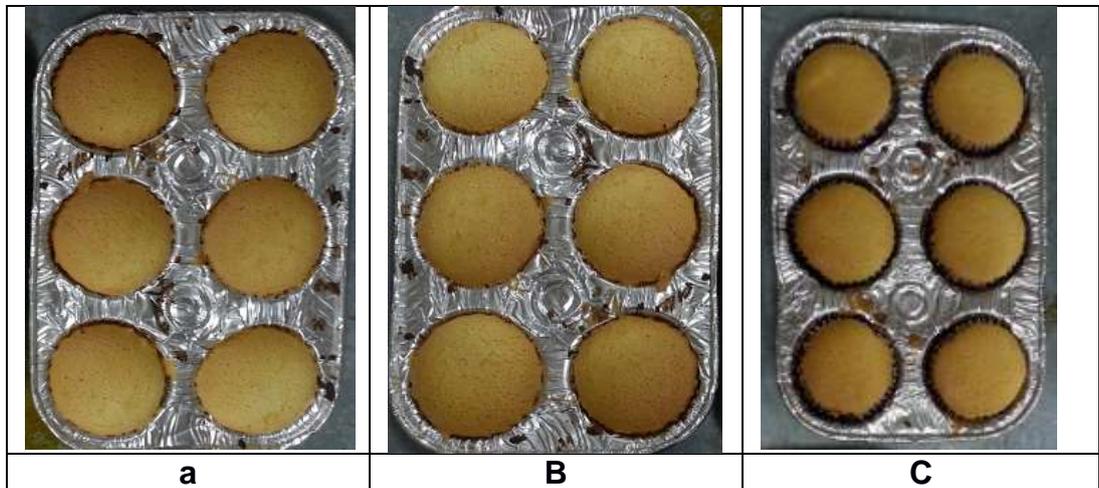
# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS

### 3.1. Resultados de la experimentación

Una vez realizadas las pruebas experimentales de las 3 formulaciones propuestas se reportarán los resultados tanto de la prueba sensorial afectiva como de la discriminativa.

Adicionalmente, en la foto 7 se puede apreciar las diferencias entre las tres sustituciones de harina de maíz.



**Foto 7. Producto final, (a) sustitución 30%, (b) sustitución 60%, (c) sustitución 90%.**

**Fuente: Aguilar & Alejandro, 2016**

En la sustitución del 30% el producto presentó más esponjosidad que los bizcochos de las sustituciones de 60 y 90%, la tonalidad de la masa era ligeramente amarilla y poseía un leve sabor a maíz.

En la sustitución de 60% se mantuvo la textura y esponjosidad de un bizcocho tradicional, el color de la masa era ligeramente amarillo.

En lo que respecta a la sustitución de 90% el color del producto final tenía un tono amarillo acentuado, a diferencia de los otros bizcochos.

## 3.2. Resultados de las pruebas sensoriales

### 3.2.1. Resultados de la prueba de grado de satisfacción

A continuación en la tabla 10 se presenta el análisis de varianza de la prueba sensorial de grado de satisfacción:

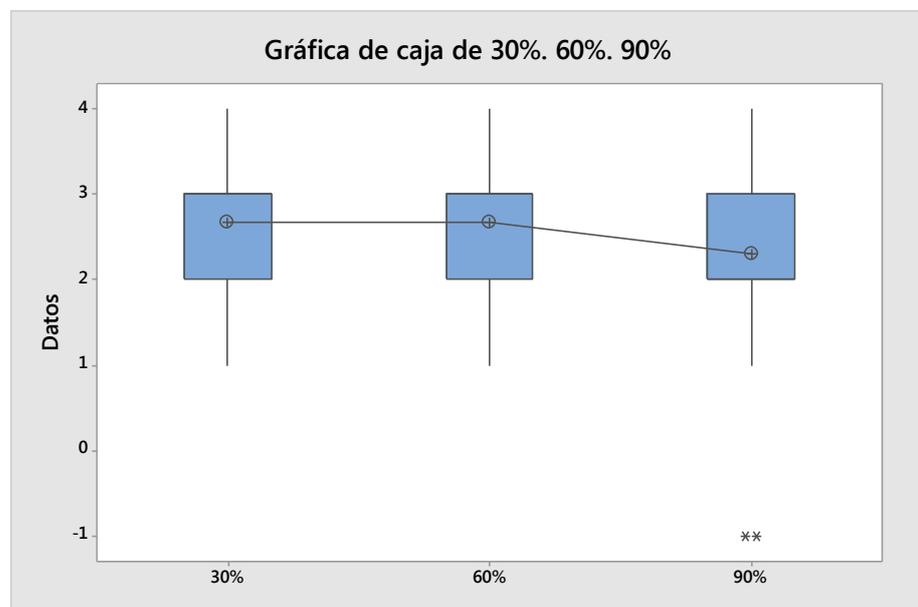
<b>ANOVA: 30%. 60%. 90%</b>						
Método						
Hipótesis nula	Todas las medias son iguales					
Hipótesis alterna	Por lo menos una media es diferente					
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$					
Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.						
Información del factor						
Factor	Niveles	Valores				
Factor	3	30%. 60%. 90%				
Análisis de Varianza						
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	
Factor	2	2,689	1,344	1,20	0,307	
Error	87	97,633	1,122			
Total	89	100,322				
Resumen del modelo						
	S	R-cuad.	R-cuad. (Ajustado)	R-cuad. (pred)		
	1,05935	2,68%	0,44%	0,00%		
Medias						
Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%		
30%	30	2,667	0,884	(2,282. 3,051)		
60%	30	2,667	0,922	(2,282. 3,051)		
90%	30	2,300	1,317	(1,916. 2,684)		
Desv.Est. agrupada = 1,05935						

**Tabla 10. Análisis de varianza de la prueba de grado de satisfacción.  
Fuente: Aguilar & Alejandro, 2016**

Siendo el valor F calculado=1,20 menor al valor F de la tabla= 3,16 (ver Apéndice D) con nivel de significancia  $\alpha=0.05$ , se puede concluir que no existe suficiente evidencia estadística para decir que hay diferencia del grado de satisfacción de las muestras.

En el gráfico 4 se puede apreciar que se cumplen los supuestos del modelo que son: normalidad, independencia y los residuales no tienen mayor incidencia.

En el diagrama de cajas que se muestra en el gráfico 4 se puede observar que las medias de las 3 muestras se encuentran en el mismo nivel, al igual que los límites superiores e inferiores por lo que no se puede determinar si hay diferencia alguna entre ellas.



**Gráfico 4. Diagrama de cajas de la prueba de grado de satisfacción.  
Fuente: Aguilar & Alejandro, 2016**

En base a los resultados obtenidos del análisis de varianza no se pudo establecer la fórmula con mejor aceptación. Para obtener un resultado más certero se propuso aplicar una prueba sensorial discriminativa de comparación múltiple con el fin de encontrar una similitud entre una de las muestra frente a una muestra de referencia posicionada en el mercado.

### 3.2.2. Prueba sensorial de comparación múltiple

A continuación en la tabla 11 se presenta el análisis de varianza de la prueba sensorial de comparaciones múltiples:

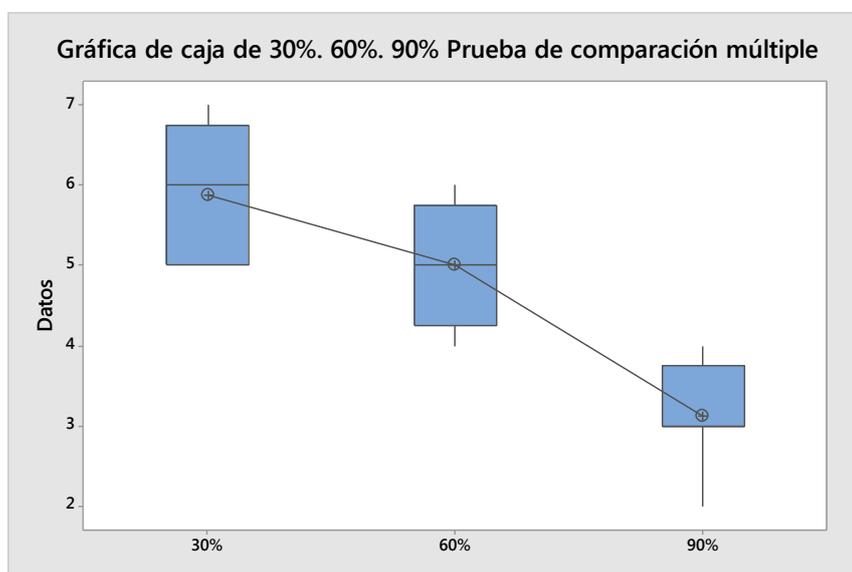
<b>ANOVA: 30%. 60%. 90%</b>						
Método						
Hipótesis nula	Todas las medias son iguales					
Hipótesis alterna	Por lo menos una media es diferente					
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$					
Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.						
Información del factor						
Factor	Niveles	Valores				
Factor	3	30%. 60%. 90%				
<b>Análisis de Varianza</b>						
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	
Factor	2	31,58	15,7917	28,22	0,000	
Error	21	11,75	0,5595			
Total	23	43,33				
Resumen del modelo						
	S	R-cuad.	R-cuad. (Ajustado)	R-cuad. (pred)		
	0,748013	72,88%	70,30%	64,58%		
<b>Medias</b>						
Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%		
30%	8	5,875	0,835	(5,325. 6,425)		
60%	8	5,000	0,756	(4,450. 5,550)		
90%	8	3,125	0,641	(2,575. 3,675)		
Desv.Est. agrupada = 0,748013						

**Tabla 11. Análisis de varianza de la prueba de comparación múltiple.**

**Fuente: Aguilar & Alejandro, 2016**

Siendo el valor F calculado=28,22 mayor al valor F de la tabla= 3,47 (ver Apéndice D) con nivel de significancia  $\alpha=0.05$ , se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ , y se puede concluir que existe evidencia para afirmar que hay diferencia significativa entre las tres muestras y el estándar en cuanto a la característica de esponjosidad.

En el diagrama de cajas que se muestra en el gráfico 5 se puede observar que las medias de las tres muestras no se encuentran en el mismo nivel, demostrando con la prueba de Tukey detallada en la tabla 12 que no existe una diferencia mínima significativa (D.M.S) entre las muestras de 30% y de 60% de sustitución.



**Gráfico 5. Diagrama de cajas de la prueba de comparación múltiple.**  
**Fuente: Aguilar & Alejandro, 2016**

### Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
30%	8	5,875	A
60%	8	5,000	A
90%	8	3,125	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

**Tabla 12. Prueba de Turkey para determinar D.M.S.**  
**Fuente: Aguilar & Alejandro, 2016**

### 3.3. Balance de materia de la fórmula de la fórmula seleccionada

Para los cálculos posteriores se seleccionó la muestra con el 60% de sustitución de harina de trigo por la de maíz por ser la de mayor sustitución dentro de este estudio que presentaba las características organolépticas deseadas.

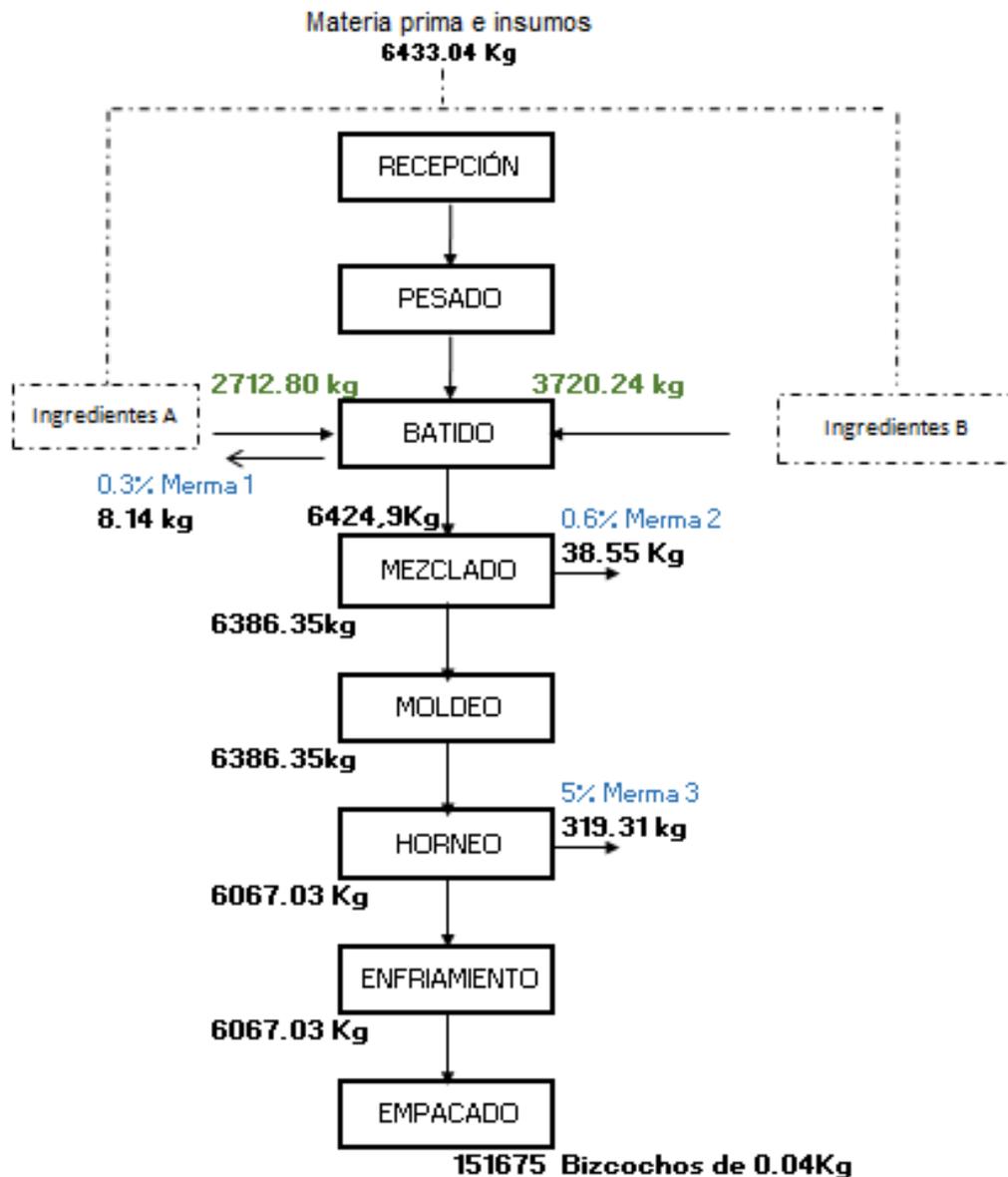


Gráfico 6. Balance de materia en base a la producción de un día de la fórmula A2.

Fuente: Aguilar & Alejandro, 2016

El rendimiento total fue calculado en base a la cantidad de materia prima disponible, en relación a la cantidad esperada de producto por cien, el cual fue del 94%.

### 3.4. Estimación de costos de producción para la elaboración industrial del bizcocho.

Para realizar la estimación de costos se estableció una demanda anual de 20'907.380 paquetes de dos bizcochos de 40 gramos , demanda que fue calculada en base a la población local de la provincia del Guayas año 2015, la cual fue de 4'086.089 de habitantes (INEC, 2015), se sectorizó en el rango de edades de 10 a 30 años y se propuso como base del proyecto que el 15% de esa población serían los potenciales consumidores con una frecuencia de consumo por persona de 2 veces por semana.

En la tabla 13 se puede observar la información para la estimación de los costos de producción anuales.

Producto	Mezcla Base	Producción Kg		
Presentación final	0,08	<b>Kg</b>		
Días laborables anuales	260	<b>Días</b>		
Producción diaria	80413	<b>Paq</b>	6433,04	<b>Kg</b>
Producción semanal	402065	<b>Paq</b>	32165,2	<b>Kg</b>
Producción anual	20907380	<b>Paq</b>	1672590,4	<b>Kg</b>
Papel encerado	41814760	<b>Unidades</b>		
Empaque	20907380	<b>Fundas</b>		

**Tabla 13. Tabla de información para la estimación de costos.  
Fuente: Aguilar & Alejandro, 2016**

## COSTOS DIRECTOS

### Costos de materia prima y empaque

Los precios de las materias primas e insumos presentados en la tabla 14 son precios de proformas emitidas por diferentes proveedores nacionales, y los precios del material de empaque fueron obtenidos de páginas de proveedores internacionales.

<b>Ingredientes</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio Unitario</b>
Harina de maíz	Kg	\$ 0,17
Harina de trigo	Kg	\$ 0,42
Azúcar	Kg	\$ 0,63
Leche	Kg	\$ 0,68
Aceite	Kg	\$ 1,32
Sal	Kg	\$ 0,22
Levadura Química	Kg	\$ 3,79
Clara	Kg	\$ 1,91
Yema	Kg	\$ 1,91
<b>Material de empaque</b>		
Papel encerado	Unidad	\$ 0,0045
Empaque	kg	\$ 3,00

**Tabla 14. Precios unitarios de las materias primas y el material de empaque por Kg.**

**Fuente: Aguilar & Alejandro, 2016**

En la tabla 15 se puede observar los costos de materia prima y empaque por kilogramos de bizcocho anuales producidos.

#### **Costos de mano de obra directa**

En la tabla 16 se muestran los costos de mano de obra directa anuales, teniendo como recursos a dos persona para la operación de recepción, una para la dosificación y pesado de ingredientes, una persona para la etapa de mezclado, una para la etapa de horneado, una para el proceso de empaquetado y un despachador en la distribución del producto.

Costos de materia prima y empaque						
Ingredientes	Consumo por x Kg producido	Unidad	Consumo por año	Unidad	Precio unitario (\$)	Total
Harina de maíz	0,13	Kg	224770,26	Kg	\$ 0,17	\$ 38.210,94
Harina de trigo	0,09	Kg	149846,84	Kg	\$ 0,42	\$ 62.935,67
Azúcar	0,22	Kg	374617,09	Kg	\$ 0,63	\$ 236.008,77
Leche	0,18	Kg	308684,49	Kg	\$ 0,68	\$ 209.905,45
Aceite	0,06	Kg	103394,32	Kg	\$ 1,32	\$ 136.480,50
Sal	0,00	Kg	1048,9279	Kg	\$ 0,22	\$ 230,76
Levadura Química	0,01	Kg	11238,513	Kg	\$ 3,79	\$ 42.593,96
Clara de huevo	0,20	Kg	329663,04	Kg	\$ 1,91	\$ 629.656,41
Yema de huevo	0,10	Kg	169326,93	Kg	\$ 1,91	\$ 323.414,43
Papel encerado	12,00	Unidad	20071085	Unidad	\$ 0,0045	\$ 90.319,88
Empaque	0,10	kg	167259,04	kg	\$ 3,00	\$ 501.777,12
<b>TOTAL (\$)</b>	<b>1,00</b>	<b>Kg</b>				<b>\$ 2.271.533,90</b>

Tabla 15. Costos de materia prima y empaque.

Fuente: Aguilar & Alejandro, 2016

Costo de mano de obra directa											
Cargo/Puesto	Cantidad de personas	RMU	Total anual nominal	13 AVO	A4 AVO	Aporte patronal	Fondos de reserva	Aporte SECAP Anual	Aporte IECE Anual	Subtotal anual por persona	Total Anual
Recepción	2	\$ 354,00	\$ 4.248,00	\$ 354,00	\$ 354,00	\$ 473,65	\$ 354,00	\$ 21,24	\$ 21,24	\$ 5.826,13	\$ 11.652,26
Dosificación	1	\$ 354,00	\$ 4.248,00	\$ 354,00	\$ 354,00	\$ 473,65	\$ 354,00	\$ 21,24	\$ 21,24	\$ 5.826,13	\$ 5.826,13
Mezclado	1	\$ 354,00	\$ 4.248,00	\$ 354,00	\$ 354,00	\$ 473,65	\$ 354,00	\$ 21,24	\$ 21,24	\$ 5.826,13	\$ 5.826,13
Moldeo	1	\$ 354,00	\$ 4.248,00	\$ 354,00	\$ 354,00	\$ 473,65	\$ 354,00	\$ 21,24	\$ 21,24	\$ 5.826,13	\$ 5.826,13
Horneo	1	\$ 354,00	\$ 4.248,00	\$ 354,00	\$ 354,00	\$ 473,65	\$ 354,00	\$ 21,24	\$ 21,24	\$ 5.826,13	\$ 5.826,13
Empacado	1	\$ 354,00	\$ 4.248,00	\$ 354,00	\$ 354,00	\$ 473,65	\$ 354,00	\$ 21,24	\$ 21,24	\$ 5.826,13	\$ 5.826,13
Despachador	1	\$ 354,00	\$ 4.248,00	\$ 354,00	\$ 354,00	\$ 473,65	\$ 354,00	\$ 21,24	\$ 21,24	\$ 5.826,13	\$ 5.826,13
<b>TOTAL (\$)</b>	<b>8</b>		<b>\$ 29.736,00</b>	<b>\$ 2.478,00</b>	<b>\$ 2.478,00</b>	<b>\$ 3.315,56</b>	<b>\$ 2.478,00</b>	<b>\$ 148,68</b>	<b>\$ 148,68</b>	<b>\$ 40.782,92</b>	<b>\$ 46.609,06</b>

Tabla 16. Costos de mano de obra directa.

Fuente: Aguilar & Alejandro, 2016

## **COSTOS INDIRECTOS**

### **Costos de mano de obra indirecta**

En la tabla 17 se muestran los costos de mano de obra indirecta anual, detallando los cargos administrativos que independientemente de la cantidad que se produzca permanecerán fijos en la nómina. Se toma en consideración una jornada laboral de 8 horas.

### **Costos de materiales indirectos**

En la tabla 18 se observan los costos de materiales indirectos o equipos que fueron obtenidos a partir de cotizaciones, con su respectiva estimación de vida útil para el cálculo de la depreciación anual.

Costo de mano de obra indirecta											
Cargo/Puesto	Cantidad de personas	RMU	Total anual nominal	13 AVO	A4 AVO	Aporte patronal	Fondos de	Aporte SECAP	Aporte IECE	Subtotal anual por persona	Total Anual
Gerente General	1	\$ 1,400.00	\$ 16,800.00	\$ 1,400.00	\$ 354.00	\$ 1,873.20	\$ 1,400.00	\$ 84.00	\$ 84.00	\$ 21,995.20	\$ 21,995.20
Jefe Planta y producción	1	\$ 900.00	\$ 10,800.00	\$ 900.00	\$ 354.00	\$ 1,204.20	\$ 900.00	\$ 54.00	\$ 54.00	\$ 14,266.20	\$ 14,266.20
Jefe administrativo y talento humano	1	\$ 700.00	\$ 8,400.00	\$ 700.00	\$ 354.00	\$ 936.60	\$ 700.00	\$ 42.00	\$ 42.00	\$ 11,174.60	\$ 11,174.60
Jefe de Distribución y comercialización	1	\$ 900.00	\$ 10,800.00	\$ 900.00	\$ 354.00	\$ 1,204.20	\$ 900.00	\$ 54.00	\$ 54.00	\$ 14,266.20	\$ 14,266.20
Jefe de Calidad	1	\$ 900.00	\$ 10,800.00	\$ 900.00	\$ 354.00	\$ 1,204.20	\$ 900.00	\$ 54.00	\$ 54.00	\$ 14,266.20	\$ 14,266.20
Jefe de Mantenimiento	1	\$ 900.00	\$ 10,800.00	\$ 900.00	\$ 354.00	\$ 1,204.20	\$ 900.00	\$ 54.00	\$ 54.00	\$ 14,266.20	\$ 14,266.20
Auditor	1	\$ 650.00	\$ 7,800.00	\$ 650.00	\$ 354.00	\$ 869.70	\$ 650.00	\$ 39.00	\$ 39.00	\$ 10,401.70	\$ 10,401.70
Supervisor de producción	1	\$ 600.00	\$ 7,200.00	\$ 600.00	\$ 354.00	\$ 802.80	\$ 600.00	\$ 36.00	\$ 36.00	\$ 9,628.80	\$ 9,628.80
Auxiliar de Control de Calidad	1	\$ 550.00	\$ 6,600.00	\$ 550.00	\$ 354.00	\$ 735.90	\$ 550.00	\$ 33.00	\$ 33.00	\$ 8,855.90	\$ 8,855.90
Auxiliar de Mantenimiento	1	\$ 550.00	\$ 6,600.00	\$ 550.00	\$ 354.00	\$ 735.90	\$ 550.00	\$ 33.00	\$ 33.00	\$ 8,855.90	\$ 8,855.90
Auxiliar de sistemas informáticos	1	\$ 550.00	\$ 6,600.00	\$ 550.00	\$ 354.00	\$ 735.90	\$ 550.00	\$ 33.00	\$ 33.00	\$ 8,855.90	\$ 8,855.90
Secretaria administrativa	1	\$ 500.00	\$ 6,000.00	\$ 500.00	\$ 354.00	\$ 669.00	\$ 500.00	\$ 30.00	\$ 30.00	\$ 8,083.00	\$ 8,083.00
Vendedores	2	\$ 450.00	\$ 5,400.00	\$ 450.00	\$ 354.00	\$ 602.10	\$ 450.00	\$ 27.00	\$ 27.00	\$ 7,310.10	\$ 14,620.20
Choferes	2	\$ 354.00	\$ 4,248.00	\$ 354.00	\$ 354.00	\$ 473.65	\$ 354.00	\$ 21.24	\$ 21.24	\$ 5,826.13	\$ 11,652.26
<b>TOTAL (\$)</b>	<b>16</b>		<b>\$ 118,848.00</b>	<b>\$ 9,904.00</b>	<b>\$ 4,956.00</b>	<b>\$ 13,251.55</b>	<b>\$ 9,904.00</b>	<b>\$ 594.24</b>	<b>\$ 594.24</b>	<b>\$ 158,052.03</b>	<b>\$ 171,188.26</b>

Tabla 17. Costos de mano de obra indirecta.

Fuente: Aguilar & Alejandro, 2016

Materiales indirectos					
Maquina/Equipo	Cantidad	Precio (\$)	Total	Tiempo de vida útil (años)	Depreciación anual
Mezcladora horizontal de paletas	1	\$ 53,400.00	\$ 53,400.00	12	\$ 4,450.00
Mezcladora doble sigma	1	\$ 53,400.00	\$ 53,400.00	12	\$ 4,450.00
Llenadora	1	\$ 148,600.00	\$ 148,600.00	10	\$ 14,860.00
Horno túnel	1	\$ 5,664.00	\$ 5,664.00	10	\$ 566.40
Túnel de enfriamiento	1	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00	10	\$ 1,000.00
Empacadora Horizontal	1	\$ 17,500.00	\$ 17,500.00	10	\$ 1,750.00
Balanza industrial PCE TS 150	2	\$ 254.08	\$ 508.16	5	\$ 101.63
<b>TOTAL (\$)</b>			<b>\$ 288,564.00</b>		<b>\$ 27,178.03</b>

Tabla 18. Costos de materiales indirectos.

Fuente: Aguilar & Alejandro, 2016

## CÁLCULO DE CONSUMO ELECTRICO

En la tabla 19 se puede observar los consumos de energía de los equipos propuestos y los tiempos de elaboración experimentales, los cuales fueron utilizados para el cálculo de consumo eléctrico. La potencia de los equipos y sus capacidades fueron obtenidas de las fichas técnicas.

Equipo	Potencia/ Consumo	Tiempo de operación por batch	Tiempo total de operación al día
Mezcladora de paletas	20 HP	20 min	80 min
Mezcladora sigma	25 HP	20 min	80 min
Llenadora	1,1 Kw	7 min	28 min
Horno de túnel	1 HP	35 min	140 min
Túnel de enfriamiento	1 HP	30 min	120 min
Empacadora horizontal	1,1 KW	7 min	28 min
<b>Tiempo de batch</b>		119 min ≈ 2h	
<b>Número de batch</b>		4	
<b>Valor del Kwh</b>		\$0,1133	
<b>Horas al día laborables</b>		8 horas	
<b>Días al mes laborales</b>		21 días	
<b>Días al año laborables</b>		260 días	

Tabla 19. Consumos de energía de equipos y tiempos de operación.

Fuente: Aguilar & Alejandro, 2016

- Consumo mezcladora de paletas.

$$20HP \left( \frac{0,746Kw}{HP} \right) \left( \frac{\frac{KJ}{s}}{kw} \right) \left( \frac{60s}{1min} \right) \left( \frac{80min}{1día} \right) \left( \frac{260\text{ día}}{1\text{ año}} \right) \left( \frac{1Kwh}{3600Kj} \right) = 517,27\text{ Kwh/año}$$

- Consumo mezcladora sigma.

$$25HP \left( \frac{0,746Kw}{HP} \right) \left( \frac{\frac{KJ}{s}}{Kw} \right) \left( \frac{60s}{1min} \right) \left( \frac{80min}{1día} \right) \left( \frac{260\text{ días}}{1\text{ año}} \right) \left( \frac{1Kwh}{3600Kj} \right) = 6465,33\text{ Kwh/año}$$

- Consumo de llenadora volumétrica y empacadora horizontal.

$$1,1\text{ Kw} \left( \frac{\frac{KJ}{s}}{Kw} \right) \left( \frac{60s}{1min} \right) \left( \frac{28min}{1día} \right) \left( \frac{260\text{ días}}{1\text{ año}} \right) \left( \frac{1Kwh}{3600Kj} \right) = 133,47\text{Kwh/año}$$

- Consumo Horno túnel

$$1HP \left( \frac{0,746Kw}{HP} \right) \left( \frac{\frac{KJ}{s}}{Kw} \right) \left( \frac{60s}{1min} \right) \left( \frac{140min}{1día} \right) \left( \frac{260 días}{1 año} \right) \left( \frac{1Kwh}{3600Kj} \right) = 452,57Kwh/año$$

- Consumo Túnel de enfriamiento

$$1HP \left( \frac{0,746Kw}{HP} \right) \left( \frac{\frac{KJ}{s}}{Kw} \right) \left( \frac{60s}{1min} \right) \left( \frac{120min}{1día} \right) \left( \frac{260días}{1 año} \right) \left( \frac{1Kwh}{3600Kj} \right) = 387,92Kwh/año$$

- Consumo de computadoras

$$0.123 Kw \left( \frac{\frac{KJ}{s}}{Kw} \right) \left( \frac{60s}{1min} \right) \left( \frac{480min}{1día} \right) \left( \frac{260días}{1año} \right) \left( \frac{1Kwh}{3600Kj} \right) (13) = 3325.9Kwh/año$$

## CONSUMO DIARIO

$$Consumo anual = \sum consumo de equipos = 517,27 + 6465,33 + 2(133.47) + 452,57 + 387,92 + 3325.9$$

$$Consumo anual = 11415.93 Kwh/año$$

## CALCULO DE CONSUMO DE GAS BUTANO

### Calculo el Q necesario para cocinar el bizcocho

- Calor sensible 1

Para el cálculo del Cp del producto antes del horneado nos valimos de la fórmula propuesta por Choi y Okos (Artica, 2014)

$$\begin{aligned} C_{p \text{ proteínas}} &= 2008,2 + 1208,9 \cdot 10^{-3}T - 1312,9 \cdot 10^{-6}T^2 \\ &= 2008,2 + 1208,9 \cdot 10^{-3}(25,3^\circ\text{C}) - 1312,9 \cdot 10^{-6}(25,3^\circ\text{C})^2 \\ &= 2037,94 \text{ J/Kg } ^\circ\text{C} = 2,038 \text{ KJ/Kg } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{p \text{ lípidos}} &= 1984,2 + 1473,3 \cdot 10^{-3}T - 4800,8 \cdot 10^{-6}T^2 \\ &= 1984,2 + 1473,3 \cdot 10^{-3}(25,3^\circ\text{C}) - 4800,8 \cdot 10^{-6}(25,3^\circ\text{C})^2 \\ &= 2018,40 \text{ J/Kg } ^\circ\text{C} = 2,018 \text{ KJ/Kg } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
C_{p \text{ carbohidratos}} &= 1548,8 + 1962,5 \cdot 10^{-3}T - 5939,9 \cdot 10^{-6}T^2 \\
&= 1548,8 + 1962,5 \cdot 10^{-3}(25,3^\circ\text{C}) - 5939,9 \cdot 10^{-6}(25,3^\circ\text{C})^2 \\
&= 1594,64 \text{ J/Kg } ^\circ\text{C} = 1,595 \text{ KJ/Kg } ^\circ\text{C}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
C_{p \text{ fibra}} &= 1845,9 + 1930,6 \cdot 10^{-3}T - 4650,9 \cdot 10^{-6}T^2 \\
&= 1845,9 + 1930,6 \cdot 10^{-3}(25,3^\circ\text{C}) - 4650,9 \cdot 10^{-6}(25,3^\circ\text{C})^2 \\
&= 1891,77 \text{ J/Kg } ^\circ\text{C} = 1,892 \text{ J/Kg } ^\circ\text{C}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
C_{p \text{ cenizas}} &= 1092,6 + 1889,6 \cdot 10^{-3}T - 3681,7 \cdot 10^{-6}T^2 \\
&= 1092,6 + 1889,6 \cdot 10^{-3}(25,3^\circ\text{C}) - 3681,7 \cdot 10^{-6}(25,3^\circ\text{C})^2 \\
&= 1138,05 \text{ J/Kg } ^\circ\text{C} = 1,138 \text{ KJ/Kg } ^\circ\text{C}
\end{aligned}$$

$$C_{p \text{ agua}} = 4.180 \text{ KJ/Kg } ^\circ\text{C}$$

Siendo el  $C_{p \text{ alimento}} = \sum C_{pi} \cdot X_i$ ; donde  $X_i$  = Fracción de componente del alimento.

$$C_{p \text{ bizcocho antes del horneado}} = \sum C_{pi} X_i = 2,14 \text{ KJ/Kg } ^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned}
Q &= MC_p(\text{}^\circ T_2 - \text{}^\circ T_1) = 6386,35 \text{ Kg} \left( (2,14) \frac{\text{Kj}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} \right) (100 - 25,3)^\circ\text{C} \\
Q &= \mathbf{1020909.1 \text{ Kj}}
\end{aligned}$$

- Calor latente

$$Q = M\lambda = (319.31 \text{ Kg}) \left( \frac{2255 \text{ Kj}}{\text{Kg}} \right) = \mathbf{720044,1 \text{ Kj}}$$

- Calor sensible 2

Para el cálculo del  $C_p$  del producto después del horneado nos valimos de la fórmula propuesta por Choi y Okos. (Artica, 2014)

$$\begin{aligned}
C_{p \text{ proteínas}} &= 2008,2 + 1208,9 \cdot 10^{-3}T - 1312,9 \cdot 10^{-6}T^2 \\
&= 2008,2 + 1208,9 \cdot 10^{-3}(140^\circ\text{C}) - 1312,9 \cdot 10^{-6}(140^\circ\text{C})^2 \\
&= 2151,71 \text{ J/Kg } ^\circ\text{C} = 2,152 \text{ KJ/Kg } ^\circ\text{C}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
C_{p \text{ lípidos}} &= 1984,2 + 1473,3 \cdot 10^{-3}T - 4800,8 \cdot 10^{-6}T^2 \\
&= 1984,2 + 1473,3 \cdot 10^{-3}(140^\circ\text{C}) - 4800,8 \cdot 10^{-6}(140^\circ\text{C})^2 \\
&= 2096,37 \text{ J/Kg } ^\circ\text{C} = 2,096 \text{ KJ/Kg } ^\circ\text{C}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
C_{p \text{ carbohidratos}} &= 1548,8 + 1962,5 \cdot 10^{-3}T - 5939,9 \cdot 10^{-6}T^2 \\
&= 1548,8 + 1962,5 \cdot 10^{-3}(140^\circ\text{C}) - 5939,9 \cdot 10^{-6}(140^\circ\text{C})^2 \\
&= 1707,12 \text{ J/Kg } ^\circ\text{C} = 1,707 \text{ KJ/Kg } ^\circ\text{C}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
C_{p \text{ fibra}} &= 1845,9 + 1930,6 \cdot 10^{-3}T - 4650,9 \cdot 10^{-6}T^2 \\
&= 1845,9 + 1930,6 \cdot 10^{-3}(140^\circ\text{C}) - 4650,9 \cdot 10^{-6}(140^\circ\text{C})^2 \\
&= 2025,03 \text{ J/Kg } ^\circ\text{C} = 2,025 \text{ J/Kg } ^\circ\text{C}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
C_{p \text{ cenizas}} &= 1092,6 + 1889,6 \cdot 10^{-3}T - 3681,7 \cdot 10^{-6}T^2 \\
&= 1092,6 + 1889,6 \cdot 10^{-3}(140^\circ\text{C}) - 3681,7 \cdot 10^{-6}(140^\circ\text{C})^2 \\
&= 1284,98 \text{ J/Kg } ^\circ\text{C} = 1,285 \text{ KJ/Kg } ^\circ\text{C}
\end{aligned}$$

$$C_{p \text{ agua}} = 4.180 \text{ KJ/Kg } ^\circ\text{C}$$

$$C_{p \text{ bizcocho despues del horneo}} = \sum C_{pi}X_i = 2.23 \text{ KJ/Kg}^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned}
Q &= MC_p(\text{}^\circ T_2 - \text{}^\circ T_1) = (6386,35 - 319,31)\text{Kg} \left( (2.23) \frac{\text{Kj}}{\text{Kg}} ^\circ\text{C} \right) (140 - 100)^\circ\text{C} \\
\mathbf{Q} &= \mathbf{541179.9 \text{ Kj}}
\end{aligned}$$

- Calor total

$$Q = \sum Q_i = Q_1 + Q_2 + Q_3 = \mathbf{2282133 \text{ Kj}}$$

#### CÁLCULO DEL CONSUMO DEL GAS

$$\dot{Q} = \frac{Q}{t} = \frac{2282133.1 \text{ Kj}}{\text{día}}$$

$$\frac{2282133 \text{ Kj}}{\text{día}} \left( \frac{260 \text{ días}}{1 \text{ año}} \right) \left( \frac{0,239006 \text{ Kcal}}{\text{Kj}} \right) = 141815314 \text{ Kcal/año}$$

$$M_{\text{gas}} = \frac{(\text{Consumo calorico})}{(\text{Poder calorifico inferior})} = \frac{141815314 \frac{\text{Kcal}}{\text{año}}}{10938 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}} = \mathbf{12965.38 \text{ Kg/año}}$$

Con los cálculos de consumo de energía de los equipos podemos estimar los costos de materiales y suministros mostrados en la tabla 20.

<b>Materiales y suministros</b>				
	<b>Consumo anual</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio unitario (\$)</b>	<b>Total</b>
Energía eléctrica	11415,93	Kwh	\$ 0,1133	\$ 1.293,42
Teléfono	436800	min	\$ 0,0100	\$ 4.368,00
Gas	12965,38	Kg	\$ 0,15	\$ 1.944,81
Agua	2210,00	m3	\$ 0,40	\$ 884,00
Químico para limpieza	4714,67	lt	\$ 2,82	\$ 13.295,36
<b>TOTAL (\$)</b>				<b>\$ 21.785,59</b>

**Tabla 20. Costos de materiales y suministros.**

**Fuente: Aguilar & Alejandro, 2016**

En la tabla 21 se observa el estado de resultados de la producción anual del bizcocho con harina de maíz. El costo de producción por kilogramo de producto es de \$1.72; para el cálculo del costo final unitario se determina un margen del 30% en caso de retiros, donaciones y desviaciones de calidad obteniéndose un costo de fabricación unitario de \$0.18 cada paquete que contiene dos unidades de 40 gramos.

<b>Expresado en \$</b>	<b>Total anual</b>
Demanda (paquetes)	20.907.380
Producción en Kg de mezcla base	\$ 1.672.590,40
<b>COSTO DIRECTO</b>	
Materia prima y empaque	\$ 2.271.533,90
Mano de obra directa	\$ 46.609,06
<b>COSTO INDIRECTO</b>	
Mano de obra indirecta	\$ 171.188,26
Materiales indirectos	\$ 289.712,56
Materiales y suministros	\$ 21.785,59
Depreciación	\$ 27.286,11
Reparación y mantenimiento (1,5%)	\$ 34.772,14
Seguros	\$ 8.000,00
Imprevistos	\$ 5.000,00
<b>COSTOS DE FABRICACIÓN</b>	<b>\$ 2.875.887,63</b>
+ Inventario inicial de producto en proceso	\$ 0,00
- Inventario final de producto en proceso	\$ 0,00
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN</b>	<b>\$ 2.875.887,63</b>
<b>COSTO /Kg DE PRODUCTO FINAL</b>	<b>\$ 1.72</b>
<b>COSTO DE FABRICACIÓN UNITARIO</b>	<b>\$ 0.18</b>

**Tabla 21. Estado de resultados de la producción anual.**

**Fuente: Aguilar & Alejandro, 2016**

A continuación se presenta en la tabla 22 los costos de producción con una estimación de 3 años en la cual se ha propuesto incrementar el 5% de la demanda cada año.

Para cubrir la demanda anual se deberán producir 20'907.380 de paquetes de bizcochos de 80 gramos cada uno, con un costo de producción de \$2'875.887.63, el cual se va incrementando anualmente.

<b>Expresado en \$</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
Demanda (paquetes)	20907380	21952749	23050386,45
Producción en Kg de mezcla base	\$ 1672590,40	\$ 1756219,92	\$ 1844030,92
<b>COSTO DIRECTO</b>			
Materia prima y empaque	\$ 2271533,90	\$ 2385110,60	\$ 2504366,13
Mano de obra directa	\$ 46609,06	\$ 46609,06	\$ 46609,06
<b>COSTO INDIRECTO</b>			
Mano de obra indirecta	\$ 171188,26	\$ 171188,26	\$ 171188,26
Materiales indirectos	\$ 289712,56	\$ 289712,56	\$ 289712,56
Materiales y suministros	\$ 21785,59	\$ 22874,87	\$ 24018,61
Depreciación	\$ 27286,11	\$ 54572,22	\$ 81858,34
Reparación y mantenimiento (1,5%)	\$ 34772,14	\$ 27150,27	\$ 28472,82
Seguros	\$ 8000,00	\$ 3000,00	\$ 3000,00
Imprevistos	\$ 5000,00	\$ 5000,00	\$ 5000,00
<b>COSTOS DE FABRICACIÓN</b>	<b>\$ 2875887,63</b>	<b>\$ 2383515,99</b>	<b>\$ 2501438,84</b>
+ Inventario inicial de producto en proceso	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
- Inventario final de producto en proceso	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN</b>	<b>\$ 2875887,63</b>	<b>\$ 3014543,37</b>	<b>\$ 3164017,59</b>

**Tabla 22. Estimación de costos a 3 años.**

**Fuente: Aguilar & Alejandro, 2016**

# CAPÍTULO 4

## 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Conclusiones

- Se elaboró tres formulaciones de bizcocho con buena aceptación sensorial sustituyendo parcialmente el porcentaje de harina de trigo por harina de maíz en 30, 60 y 90 por ciento.
- El prototipo desarrollado que tuvo más semejanza a la muestra del mercado en cuanto a la característica de esponjosidad fue el bizcocho con 60% de sustitución de harina de maíz, con buena aceptación sensorial.
- En base a la disponibilidad de materia prima y a la evaluación de la demanda anual se estimó un costo de fabricación unitario de \$0.18 cada paquete de 80 gramos que contiene dos unidades del producto.
- Se determinó cualitativamente que las etapas iniciales de mezcla y batido, así como el horneado son críticas para la calidad del producto final en cuanto al grado de esponjosidad y cocción alcanzados.

### 4.2. Recomendaciones

Se recomienda realizar nuevas experimentaciones sustituyendo el 70, 75 y 80 por ciento para comprobar si se puede obtener un producto aceptable sensorialmente.

Se podría complementar este estudio con análisis físico-químicos para determinar el efecto de la sustitución de harina sobre las características sensoriales de textura, color y sabor del producto final.

# BIBLIOGRAFÍA

- Diario La Hora. (31 de Marzo de 2015). *Agronegocioecuador*. Recuperado el 20 de Noviembre de 2015, de [http://agronegocioecuador.ning.com/notes/lniap\\_conserva\\_los\\_materiales\\_nativos](http://agronegocioecuador.ning.com/notes/lniap_conserva_los_materiales_nativos)
- Acción Ecológica. (2004). *Red por una América libre de Transgénicos*. Obtenido de [http://www.rallt.org/PUBLICACIONES/maiz\\_alimento%20sagrado.pdf.pdf](http://www.rallt.org/PUBLICACIONES/maiz_alimento%20sagrado.pdf.pdf)
- Agronegocios. (Marzo de 2015). *Agronegocios*. Obtenido de [http://agronegocioecuador.ning.com/notes/lniap\\_conserva\\_los\\_materiales\\_nativos](http://agronegocioecuador.ning.com/notes/lniap_conserva_los_materiales_nativos)
- Alvarado, L. (2009). Obtenido de <file:///C:/Users/UsuarioElite/Desktop/PROYECTO%20FINAL/MATERIA%20INTEGRADORA/TESIS%20DULCE%20PARA%20CELIACOS.pdf>
- Anzaldúa, A. (1982). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Zaragoza: Acribia S.A.
- Arteaga, E., & Torres, L. (2004). *DSPACE*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3924/1/6451.pdf>
- Artica, L. (2014). *Universidad Nacional del centro del Perú*. Obtenido de [https://www.google.com.ar/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiWt-GcgunKAhWEbR4KHWI9DF0QFggaMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.files.wordpress.com%2F2014%2F03%2Fpropiedades-termofisicas-de-leche-y-derivados.doc&usg=AFQjCNH9\\_Wr](https://www.google.com.ar/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiWt-GcgunKAhWEbR4KHWI9DF0QFggaMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.files.wordpress.com%2F2014%2F03%2Fpropiedades-termofisicas-de-leche-y-derivados.doc&usg=AFQjCNH9_Wr)
- BERANDEBI. (2013). *BERANDEBI*. Obtenido de <http://berandebi.com.ar/product/mezcladoras-a-paletas/>
- CIMMYT. (1998). Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s07.htm>
- CITALSA. (2015). Obtenido de [http://www.citalsa.com/files/EMPACADORA\\_FLOW\\_PACK\\_SCORPION\\_-\\_Top\\_Seal\\_06201018.pdf](http://www.citalsa.com/files/EMPACADORA_FLOW_PACK_SCORPION_-_Top_Seal_06201018.pdf)
- CODEX. (Septiembre de 1999). Recuperado el 01 de Febrero de 2016, de <http://www.colpos.mx/bancodenormas/ninternacionales/CODEX-STAN-074-1981.pdf>
- Dowswell, P. &. (1996). *FAO*. Obtenido de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:7HFFX2VFNKgJ:www.fao.org/3/a-x7650s/x7650s08.htm+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec>

- El Telégrafo. (25 de Enero de 2014). \$ 15 millones se ahorrarían en importación de trigo. *El Telégrafo*. Obtenido de <http://www.telegrafo.com.ec/economia/item/15-millones-se-ahorrarian-en-importacion-de-trigo.html>
- FAST LINE. (2015). Obtenido de <http://www.fastline.com.mx/pdf/elva.pdf>
- FYO. (16 de Abril de 2014). *Campaña del Maiz 2013/2014*. Obtenido de [http://www.fyo.com/especiales/maiz13-14/estadisticas\\_mundo.php](http://www.fyo.com/especiales/maiz13-14/estadisticas_mundo.php)
- INEC. (2015). Obtenido de [http://www.inec.gob.ec/cpv/index.php?option=com\\_content&view=article&id=232&Itemid=128&lang=es](http://www.inec.gob.ec/cpv/index.php?option=com_content&view=article&id=232&Itemid=128&lang=es)
- INIAP. (Febrero de 1981). *Repositorio*. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/214/1/iniapscbd119v.pdf>
- INIAP. (2012). *INIAP*. Obtenido de [http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com\\_content&view=article&id=781:nuevo-hibrido-de-maiz-h-824-presentara-el-iniap-para-los-valles-de-la-provincia-de-loja&catid=97&Itemid=208](http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=781:nuevo-hibrido-de-maiz-h-824-presentara-el-iniap-para-los-valles-de-la-provincia-de-loja&catid=97&Itemid=208)
- INIAP. (2012). *INIAP*. Recuperado el 2016, de [http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com\\_content&view=article&id=756:iniap-entregara-nuevo-hibrido-de-maiz-amarillo&catid=97&Itemid=208](http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=756:iniap-entregara-nuevo-hibrido-de-maiz-amarillo&catid=97&Itemid=208)
- INIAP. (Diciembre de 2012). *INIAP Publicaciones*. Obtenido de <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/lojanito.pdf>
- INIAP. (2013). *INIAP*. Recuperado el 22 de 01 de 2016, de [http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com\\_content&view=article&id=891:ministro-de-agricultura-y-director-general-del-iniap-visitan-cosecha-del-lojanito&catid=97&Itemid=208](http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=891:ministro-de-agricultura-y-director-general-del-iniap-visitan-cosecha-del-lojanito&catid=97&Itemid=208)
- INIAP. (2014). *EDIFARM*. Recuperado el 22 de 01 de 2016, de [http://www.edifarm.com.ec/edifarm\\_quickagro/pdfs/productos/MAIZ%20DURO%20H-824%20LOJANITO-20140821-122458.pdf](http://www.edifarm.com.ec/edifarm_quickagro/pdfs/productos/MAIZ%20DURO%20H-824%20LOJANITO-20140821-122458.pdf)
- Nole, P. (2012). *DSPACE*. Obtenido de <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5198/1/EVALUACI%C3%93N%20AGRON%C3%93MICA.pdf>
- Ortuño, M., & Tobar, C. (Mayo de 2015). *Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador. Repositorio Digital*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2015, de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9487>
- PCE Instruments. (2016). Recuperado el 25 de 01 de 2016, de [https://www.pce-instruments.com/espanol/balanza/balanza/balanza-industrial-kat\\_70123\\_1.htm](https://www.pce-instruments.com/espanol/balanza/balanza/balanza-industrial-kat_70123_1.htm)
- Pereira, L. & (1992). *FAO*. Obtenido de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:7HFFX2VFNKgJ:www.fao.org/3/a-x7650s/x7650s08.htm+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec>

- Prociandino. (1995). *Repositorio*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/838/1/T-UTC-0608.pdf>
- SICA. (2006). *San Camilo*. Obtenido de <http://www.sancamilo.com.ec/maiz.html>
- SINAGAP. (2013). Recuperado el 16 de Noviembre de 2015, de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/BoletinesCultivos/maizduro.pdf>
- TECNIDICOL. (2012). Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/0B2bDI4F-BOldYTVkMDU5NGEtMGQzOS00MjRjLTNmNjEtZGQ0YTgzYzI3ZWl1/view>
- Valladares, C. (Julio de 2010). *UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE HONDURAS. CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL DEL LITORAL ATLANTICO*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2015, de [http://institutorubino.edu.uy/materiales/Federico\\_Franco/6toBot/unidad-ii-taxonomia-botanica-y-fisiologia-de-los-cultivos-de-grano-agosto-2010.pdf](http://institutorubino.edu.uy/materiales/Federico_Franco/6toBot/unidad-ii-taxonomia-botanica-y-fisiologia-de-los-cultivos-de-grano-agosto-2010.pdf)
- VEYCO Molinos y Mezclas. (2015). Recuperado el 02 de Febrero de 2016, de <http://www.molinosmezcladoras.com/mezcladoras.html>
- Watson. (1988). *FAO*. Obtenido de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:7HFFX2VFNKgJ:www.fao.org/3/a-x7650s/x7650s08.htm+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec>

# APENDICES

## APÉNDICE A. Escala Hedónica de nueve puntos

ESCALA HEDÓNICA DE NUEVE PUNTOS	
Descripción	Valor
Me gusta muchísimo	+4
Me gusta mucho	+3
Me gusta bastante	+2
Me gusta ligeramente	+1
Ni me gusta ni me disgusta	0
Me disgusta ligeramente	-1
Me disgusta bastante	-2
Me disgusta mucho	-3
Me disgusta muchísimo	-4

Fuente: (Anzaldúa, 1982)

## APÉNDICE B. Ficha de prueba sensorial de grado de satisfacción.

NOMBRE: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

EDAD: \_\_\_\_\_

Producto: Bizcocho

1. Ante usted hay 3 muestras de bizcocho. MARQUE CON UNA X su opinión por muestra de acuerdo a la siguiente escala:

	4579	4212	3125
Me gusta muchísimo	_____	_____	_____
Me gusta mucho	_____	_____	_____
Me gusta	_____	_____	_____
Me gusta ligeramente	_____	_____	_____
No me gusta ni me disgusta	_____	_____	_____
Me disgusta ligeramente	_____	_____	_____
Me disgusta	_____	_____	_____
Me disgusta mucho	_____	_____	_____
Me disgusta muchísimo	_____	_____	_____

Comentarios:

---

Muchas Gracias

---

Fuente: Aguilar & Alejandro, 2016

**APÉNDICE C. Puntuación para la interpretación de datos de la prueba de comparación múltiple.**

<b>Calificación</b>	<b>Descripción de la calificación</b>
9	Muchísimo más esponjosa que la de referencia
8	Mucho más esponjosa que la de referencia
7	Moderadamente más esponjosa que la de referencia
6	Ligeramente más esponjosa que la de referencia
5	No hay diferencia entre la muestra y la referencia
4	Ligeramente menos esponjosa que la de referencia
3	Moderadamente menos esponjosa que la de referencia
2	Mucho menos esponjosa que la de referencia
1	Muchísimo menos esponjosa que la de referencia

**Fuente:** (Anzaldúa, 1982)

**APÉNDICE D. Ficha sensorial de la prueba de comparaciones múltiples.**

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** \_\_\_\_\_  
**EDAD:** \_\_\_\_\_

**Producto: Bizcocho**

**Ante usted hay 4 muestras de bizcocho para que sean comparadas en cuanto a esponjosidad.**

Una de ellas se encuentra rotulada como **R** y las otras codificadas. **PRUEBE** cada una de ellas y compare con la muestra rotulada como **R**, indique su respuesta marcando con una **X** donde corresponda:

Muestra	6218	7812	6493
Más esponjosa que R	_____	_____	_____
Igual que R	_____	_____	_____
Menos esponjosa que R	_____	_____	_____
<b>Indique cual es la diferencia:</b>			
Nada	_____	_____	_____
Ligera	_____	_____	_____
Moderada	_____	_____	_____
Mucha	_____	_____	_____
Muchísima	_____	_____	_____

Comentarios:

---

**Muchas Gracias**

**Fuente: Aguilar & Alejandro, 2016**

## APÉNDICE F. Tabla de distribución F

TABLAS DE DISTRIBUCION F										
$n_1$ = grados de libertad para el numerador $n_2$ = grados de libertad para el denominador										
<b>Tabla 1.</b> Valores de F para un nivel de significancia del 5%										
$n_1$	1	2	3	4	5	6	8	12	24	$\infty$
$n_2$										
1	161,4	199,5	215,7	224,6	230,2	234	238,9	243,9	249	255
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,37	19,41	19,5	19,5
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,84	8,74	8,64	8,53
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,04	5,91	5,77	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,82	4,68	4,53	4,36
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,15	4,00	3,84	3,67
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,73	3,57	3,41	3,23
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,44	3,28	3,12	2,93
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,23	3,07	2,90	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,07	2,91	2,74	2,54
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	2,95	2,79	2,61	2,40
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,85	2,69	2,50	2,30
13	4,67	3,80	3,41	3,18	3,02	2,92	2,77	2,60	2,42	2,21
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,70	2,53	2,35	2,13
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,64	2,48	2,29	2,07
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,59	2,42	2,24	2,01
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,55	2,38	2,19	1,96
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,51	2,34	2,15	1,92
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,48	2,31	2,11	1,88
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,45	2,28	2,08	1,84
<b>Tabla 1. (continuación).</b>										
$n_1$	1	2	3	4	5	6	8	12	24	$\infty$
$n_2$										
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,42	2,25	2,05	1,81
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,40	2,23	2,03	1,78
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,38	2,20	2,00	1,76
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,36	2,18	1,98	1,73
25	4,24	3,38	2,99	2,76	2,60	2,49	2,34	2,16	1,96	1,71
26	4,22	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,32	2,15	1,95	1,69
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,30	2,13	1,93	1,67
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,44	2,29	2,12	1,91	1,65
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,54	2,43	2,28	2,10	1,90	1,64
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,27	2,09	1,89	1,62
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,18	2,00	1,79	1,51
60	4,00	3,15	2,76	2,52	2,37	2,25	2,10	1,92	1,70	1,39
120	3,92	3,07	2,68	2,45	2,29	2,17	2,02	1,83	1,61	1,25
$\infty$	3,84	2,99	2,60	2,37	2,21	2,09	1,94	1,75	1,52	1,00

Fuente: (Anzaldúa, 1982)