

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

**Elaboración de un snack extruido expandido: a base de chocho y gritz de
maíz**

**Cristina Daniela Cadena Maldonado
Santiago Xavier Yáñez Sotomayor**

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Ingeniero de
Alimentos

Quito, Viernes 14 de Enero

**Universidad San Francisco de Quito
Colegio de Agricultura, Alimentos y Nutrición**

HOJA DE APROBACION DE TESIS

**Elaboración de un snack de sal extruido expandido: a base de chocho y
gritz de maíz**

**Cristina Daniela Cadena Maldonado
Santiago Xavier Yáñez Sotomayor**

Stalin Santacruz
Director de la Tesis

Javier Garrido
Miembro del Comité de Tesis

Lucía Ramírez
Miembro del Comité de Tesis

Yamila Álvarez
Miembro del Comité de Tesis

Mike Koziol
Decano del Colegio de Agricultura,
Alimentos y Nutrición

Quito, Viernes 14 de Enero

© **Derechos de autor:** Según la actual Ley de Propiedad Intelectual, Art. 5: “el derecho de autor nace y se protege por el solo hecho de la creación de la obra, independientemente de su mérito, destino o modo de expresión... El reconocimiento de los derechos de autor y de los derechos conexos no está sometido a registro, depósito, ni al cumplimiento de formalidad alguna.” (Ecuador. Ley de Propiedad Intelectual, Art. 5) Inscribir el derecho de autor es opcional y si el estudiante lo decide debe inscribir los derechos de autor en el Instituto Ecuatoriano de Propiedad Intelectual (IEPI). Si lo va a hacer internacionalmente debe tomar en cuenta las normas internacionales para microfilmado.

Cristina Daniela Cadena Maldonado
Santiago Xavier Yáñez Sotomayor
2010

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por darnos la oportunidad de alcanzar esta meta, a nuestros padres por ser nuestro aliento y soporte durante estos años y a nuestros maestros por sabernos guiar e instruirnos con sus conocimientos.

RESUMEN

El presente trabajo trata del desarrollo de un snack de sal expandido y de textura crujiente, listo para el consumo, hecho a base de gritz de maíz y chocho desamargado mediante el proceso de extrusión. La combinación de un cereal (gritz de maíz) con una leguminosa (chocho) le da al producto un balance de aminoácidos que mejora su valor nutritivo. Para que esta complementación se dé, el cereal y leguminosa deben estar presentes en una relación 2 a 1. Sin embargo, se pudo demostrar que la elaboración de un producto expandido es posible utilizando una mezcla chocho-maíz en relaciones comprendidas entre 20-80% y 25-75% (base seca), respectivamente. En el prototipo que permite alcanzar una relación 2 a 1 (30% de chocho y 70% de maíz), no fue posible la extrusión con expansión dando como resultado un producto final con poca expansión y textura no deseada, debido posiblemente al mayor contenido de proteína y menor contenido de almidón de la mezcla. La combinación escogida (20% de chocho y 80% de maíz) da como resultado un snack expandido con textura crujiente aceptado por los consumidores.

ABSTRACT

This work deals with the development of a salty expanded snack with crunchy texture, ready for human consumption, made from corn grits and Lupine *L. mutabilis* beans by extrusion process. The combination of cereal (corn grits) and legume (Lupine bean) gives the product an amino acid balance that increase its nutritive value. In order to achieve this amino acid balance, it is necessary to have a relation cereal/legume, 2:1, respectively. However, could be demonstrated that the development of a expanded product using mixtures of lupine bean/corn grits in relation 20-80% and 25-75%(dry based), respectively, is possible. In the case of prototype, 30% lupine bean and 70% corn grits, that permits to achieve the cereal/legume relation 2:1 was not possible expansion extrusion, resulting in a final product with little expansion and unwanted texture. Possibly due to higher protein content and lower starch content of the mixture. The combination chosen (20% lupine bean and 80% corn grits) results in an expanded snack crunchy accepted by the consumers.

TABLA DE CONTENIDO

1. CAPITULO I

1.1. Definición del Producto.....	1
-----------------------------------	---

2. CAPITULO II

2.1 Objetivos.....	2
--------------------	---

2.2 Justificación.....	2
------------------------	---

3. CAPITULO III

3.1. Grupo Objetivo.....	4
--------------------------	---

4. CAPITULO IV

4.1. Antecedentes.....	5
------------------------	---

4.2. Materias Primas.....	7
---------------------------	---

4.2.1. Chocho.....	7
--------------------	---

4.2.2. Maíz.....	10
------------------	----

5. CAPITULO V. FORMULACIÓN

5.1. Proveedores de Materias Primas.....	13
--	----

5.2. Formulación Inicial.....	14
-------------------------------	----

5.3. Elaboración de Prototipos.....	18
-------------------------------------	----

5.3.1. Prototipo A.....	18
-------------------------	----

5.3.2. Prototipo B.....	22
-------------------------	----

5.3.3. Prototipo C.....	25
-------------------------	----

5.3.4. Prototipo D.....	29
-------------------------	----

5.3.5. Prototipo E.....	33
-------------------------	----

5.4. Conclusiones.....	35
------------------------	----

6. CAPITULO VI. DISEÑO EXPERIMENTAL

6.1. Objetivo.....	37
6.2. Procedimiento.....	37
6.3. Resultados.....	38
6.3.1. Resultados Variable Grado de Expansión.....	38
6.3.2. Resultados Variable Contenido de Proteína.....	42
6.3.3. Resultados Variable Humedad.....	46
6.4. Conclusiones.....	50
Diseño Experimental para el Secado del Chocho	51
6.5. Objetivos.....	51
6.6. Procedimiento.....	51
6.7. Resultados.....	52
6.8. Conclusiones.....	53
Diseño Experimental para el Secado del Chocho	53
6.9. Objetivos.....	53
6.10 Procedimiento.....	
.....54	
6.11 Resultados.....	
.....54	
6.12 Conclusiones.....	
.....56	

7. CAPITULO VII. ESTUDIO DE MERCADO

7.1. Objetivo.....	57
7.2. Procedimiento.....	57

7.3. Resultados.....	58
7.4. Conclusiones.....	64
8. CAPITULO VIII. ANÁLISIS SENSORIALES Y ESTUDIO DE ACEPTABILIDAD	
8.1. Objetivo.....	67
8.2. Procedimiento.....	67
8.3. Resultados.....	70
8.4. Conclusiones.....	76
9. CAPITULO IX. PRODUCCIÓN INDUSTRIAL	
9.1. Formulación Final.....	78
9.2. Proceso de Producción.....	82
9.3. Guía de Fabricación.....	84
9.4. Estudio Económico.....	85
9.5. Análisis Físico-Químicos.....	87
9.5.1. Análisis Físico-Químicos de Materia Prima.....	87
9.5.2. Análisis Físico-Químicos del Producto Semi-elaborado.....	88
9.5.3. Análisis Físico-Químicos del Producto Terminado.....	89
9.5.4. Análisis Teórico de Aminoácidos.....	90
9.5.5. Análisis Microbiológico del Producto Terminado.....	95
9.6. Etiqueta Nutricional.....	96
9.7. Test de Estabilidad del Producto.....	96
9.8. Test de Compatibilidad (Producto – envase).....	98
10. CAPITULO X. DOCUMENTACIÓN	

10.1.	Especificaciones Materia Prima.....	99
10.1.1.	Especificaciones Chocho Desamargado.....	99
10.1.2.	Especificaciones Gritz de Maíz.....	101
10.1.3.	Especificaciones Sal.....	102
10.2.	Especificaciones del Producto Terminado.....	103
10.3.	Planes de Muestreo.....	104
10.4.	PNT Métodos Analíticos.....	105
10.5.	Normas de Control de Materia Prima.....	106

11. CAPITULO XI. SITUACIÓN LEGAL

11.1.	Etiquetado.....	107
11.2.	Diseño de la Etiqueta.....	109
11.3.	Situación Legal.....	109
11.3.1.	Registro Sanitario.....	109
11.3.2.	Patente.....	111

12. CAPITULO XII. GESTIÓN DE CALIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

12.1.	Introducción.....	113
12.2.	Términos y Definiciones.....	113
12.3.	Buenas Prácticas de Manufactura.....	114
12.3.1.	Personal.....	115
12.3.2.	Edificios e Instalaciones.....	117
12.3.3.	Equipos y Utensilios.....	121
12.3.4.	Limpieza y Desinfección.....	122
12.3.5.	Control de Plagas.....	124
12.3.6.	Control de Proceso.....	125

12.3.7. Programa de Retiro de Productos.....	126
12.3.8. Recepción y Almacenamiento.....	127
12.4. Establecimiento Sistema HACCP.....	128
12.4.1. Pasos preliminares del Plan HACCP.....	128
12.4.2. Principios del Plan HACCP.....	130
12.4.2.1. Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control.....	134
12.4.2.2. Límites Críticos, Monitoreo y Acciones Correctivas.....	140

13. CAPITULO XIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1. Conclusiones.....	142
13.2. Recomendaciones.....	145
13.3. Bibliografía.....	149

LISTA DE TABLAS

Tabla # 1. Composición Química del Chocho Desamargado.....	8
Tabla # 2. Contenido de Aminoácidos de Chocho y Maíz.....	9
Tabla # 3. Producción Anual de Chocho a Nivel Nacional.....	9
Tabla # 4. Composición Química del Maíz.....	11
Tabla # 5. Formulación Inicial del Snack a base de chocho y maíz.....	15
Tabla # 6. Ingredientes para Formulación Inicial.....	16
Tabla # 7. Condiciones de trabajo del Extrusor (Diámetro de orificio = 5mm).....	17
Tabla # 8. Condiciones de trabajo del Extrusor (Diámetro de orificio = 3mm).....	17
Tabla # 9. Formulación del Prototipo A.....	19
Tabla # 10. Ingredientes para el Prototipo A.....	21
Tabla # 11. Condiciones de trabajo del Extrusor.....	21
Tabla # 12. Formulación del Prototipo B.....	22
Tabla # 13. Ingredientes para el Prototipo B.....	24
Tabla # 14. Condiciones de trabajo del Extrusor (Diámetro de orificio = 3mm).....	24
Tabla # 15. Condiciones de trabajo del Extrusor (Diámetro de orificio = 4mm).....	24
Tabla # 16. Formulación del Prototipo C.....	26
Tabla # 17. Ingredientes para el Prototipo C.....	27
Tabla # 18. Condiciones de trabajo del Extrusor.....	28
Tabla # 19. Formulación del Prototipo D.....	30
Tabla # 20. Ingredientes para el Prototipo D.....	31

Tabla # 21. Condiciones de trabajo del Extrusor (Diámetro de orificio = 3mm).....	31
Tabla # 22. Condiciones de trabajo del Extrusor (Diámetro de orificio = 4mm).....	32
Tabla # 23. Formulación del Prototipo E.....	33
Tabla # 24. Ingredientes para el Prototipo E.....	34
Tabla # 25. Condiciones de trabajo del Extrusor.....	35
Tabla # 26. Combinaciones del experimento factorial 2 ²	38
Tabla # 27. Grado de expansión del extruido (g/mL).....	40
Tabla # 28. Auxiliar para totales de factores A y B grado de expansión.....	40
Tabla # 29. Resumen del Análisis de Varianza (ANOVA) grado de expansión.....	41
Tabla # 30. Grado de Expansión de los Tratamientos.....	42
Tabla # 31. Contenido de Proteína (g/100g).....	44
Tabla # 32. Auxiliar para totales de factores A y B Contenido de Proteína.....	44
Tabla # 33 Resumen del Análisis de Varianza (ANOVA) Contenido de Proteína.....	44
Tabla # 34 Contenido de proteína de los tratamientos.....	45
Tabla # 35. Humedad (g/100g).....	47
Tabla # 36. Auxiliar para totales de factores A y B.....	47
Tabla # 37. Resumen del Análisis de Varianza (ANOVA) Contenido de humedad.....	48
Tabla # 38. Humedad de los tratamientos.....	49
Tabla # 39. Ponderación de los tratamientos.....	50
Tabla # 40. Humedad después del secado (g/100g).....	52
Tabla # 41. Resumen del Análisis de Varianza (ANOVA) Humedad.....	52
Tabla # 42. Humedad de los tratamientos (g/100g).....	53

Tabla # 43. Humedad después del secado (g/100g).....	55
Tabla # 44. Resumen del Análisis de Varianza (ANOVA) Humedad.....	55
Tabla # 45. Humedad de los tratamientos (g/100g).....	56
Tabla # 46. Resultados de preferencia del snack ChochoCorn.....	70
Tabla # 47. Resultados de la suma de rangos.....	70
Tabla # 48. Resultados de preferencia del snack ideal.....	71
Tabla # 49. Resultados de la suma de rangos del snack ideal.....	72
Tabla # 50. Matriz para el cálculo del Índice R.....	73
Tabla # 51. Ingredientes para Formulación Final.....	78
Tabla # 52. Datos de Mezcla 20% Chocho y 80% de Maíz en base seca.....	79
Tabla # 53. Costo de las Materias Primas.....	86
Tabla # 54. Análisis de Precio.....	86
Tabla # 55. Humedad Promedio del Chocho.....	87
Tabla # 56. Porcentaje de Alkaliodes Promedio en el Chocho.....	88
Tabla # 57. Porcentaje de Impurezas, quemados por el sol e infestados en el Maíz.....	88
Tabla # 58. Humedad Promedio de la Mezcla de Chocho y Maíz.....	88
Tabla # 59. Grado de Expansión Promedio del Snack ChochoCorn.....	89
Tabla # 60. Análisis Proximal del Snack ChochoCorn.....	89
Tabla # 61. Contenido de aminoácidos del Snack ChochoCorn.....	90
Tabla # 62. Necesidades de Aminoácidos sugeridas por la FAO.....	92
Tabla # 63. Cálculo del Score Químico para cada aminoácido de ChochoCorn.....	92

Tabla # 64. Análisis Microbiológico del Snack ChochoCorn.....	95
Tabla # 65. Parámetros bromatológicos del estudio de estabilidad acelerada.....	97
Tabla # 66. Parámetros microbiológicos del estudio de estabilidad acelerada.....	97
Tabla # 67. Especificaciones químicas para el Chocho Desamargado.....	99
Tabla # 68. Especificaciones microbiológicas para el Chocho Desamargado.....	99
Tabla # 69. Especificaciones físicas para el Chocho Desamargado.....	100
Tabla # 70. Especificaciones sensoriales para el Chocho Desamargado.....	100
Tabla # 71. Especificaciones químicas para el Gritz de Maíz.....	101
Tabla # 72. Especificaciones microbiológicas para el Gritz de Maíz.....	101
Tabla # 73. Requisitos Microbiológicos para Gritz de Maíz (lotes).....	102
Tabla # 74. Requisitos Sensoriales para la Sal de acuerdo a la Norma INEN.....	103
Tabla # 75. Requisitos para extruidos expandidos a base de cereales.....	103
Tabla # 76. Requisitos Microbiológicos para extruidos expandidos.....	103
Tabla # 77. Procedimientos Técnicos Normalizados.....	105
Tabla # 78. Descripción del Producto ChochoCorn.....	129
Tabla # 79. Severidad y Probabilidad.....	133
Tabla # 80. Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control.....	134
Tabla # 81. Límites Críticos, Monitoreo y Acciones Correctivas.....	140

LISTA DE FIGURAS

Figura #. 1 Rango de edad de los consumidores.....	59
Figura #. 2 Género de los consumidores.....	59
Figura #. 3 Frecuencia consumo de snacks de sal.....	60
Figura #. 4 Preocupación valor nutricional del snacks de sal.....	60
Figura # 5 Preocupación valor nutricional del snacks de sal según rango edades.....	61
Figura #. 6 Consumo de chocho.....	61
Figura #. 7 Conocimiento del valor nutritivo de la mezcla cereal/leguminosa.....	62
Figura #. 8 Frecuencia que consumirían el snack de chocho y maíz.....	62
Figura # 9 Frecuencia de consumo del snack de chocho y maíz según rango edades.....	63
Figura # 10 Precio que estarían dispuestos a pagar.....	63
Figura # 11 Preferencia de los puntos de venta del snack de chocho y maíz.....	64
Figura # 12. Porcentaje de coincidencias entre las respuestas de las preguntas 1 y 2.....	75
Figura # 13. Resultados de la Pregunta de Aceptación del snack ChochoCorn.....	76

LISTADO DE ANEXOS

Anexo # 1. Manual Molino Modelo 4E Grinding Mill

Anexo # 2. Manual Prensa Hidráulica Modelo Ph 00011-02

Anexo # 3. Manual Mezclador Modelo Mz25 00018-02

Anexo # 4. Manual Extrusor Miltenz 51-SP

Anexo # 5. Manual Secador De Bandejas Horizontal

Anexo # 6. Manual Cutter Modelo Cm-21

Anexo # 7. Tamiz: Tamaño de Partícula de Materias Primas

Anexo # 8. Método Densidad de Material

Anexo # 9. Tabla de Valores Q

Anexo # 10. Tamaño de la Muestra para Estudio de Mercado

Anexo # 11. Encuesta para Estudio de Mercado

Anexo # 12. Características de los Encuestados

Anexo # 13. Encuesta para Evaluación Sensorial

Anexo # 14. Tablas G1 y G2 de Pedrero

Anexo # 15. Valores Críticos para el Índice R

Anexo # 16. Norma AYTO de Bilbao

Anexo # 17. Resultados de Análisis de Nutrientes para Etiqueta Nutricional

Anexo # 18. Resultado de Estudio de Estabilidad

Anexo # 19. Norma Directrices Generales sobre el Muestreo

Anexo # 20. Norma NTE INEN Plan De Muestreo

Anexo # 21. Normas INEN Productos Empaquetados o Envasados Método de Muestreo Sistemático

Anexo # 22. Norma INEN Productos Empaquetados o Envasados Error Máximo Permisible

Anexo # 23. Norma NTE INEN Leguminosas. Grano Desamargado de Chocho. Requisitos

Anexo # 24. Norma NTE INEN Granos y Cereales, Maíz Molido, Sémola, Harina, Gritz. Requisitos

Anexo # 25. Norma NTE INEN Sal Para el Consumo Humano

Anexo # 26. Norma Técnica Colombiana NTC Industrias Alimentarias. Extruidos Expandidos a Base de Cereales

Anexo # 27. Norma INEN Requisitos Obligatorios en el Rotulado de Productos Envasados

Anexo # 28. Norma INEN Rotulado de Productos Alimenticios para Consumo Humano. Parte 2. Rotulado Nutricional

Anexo # 29. Modelo de Solicitud para Obtención de Registro Sanitario de Productos Nacionales

Anexo # 30. Solicitud a la Dirección de Patentes

Anexo # 31. Formulario de Limpieza y Desinfección

Anexo # 32. Ficha de Orden de Producción

Anexo # 33.1 Ficha de Control de Materias Primas- Chocho Desamargado

Anexo # 33.2 Ficha de Control de Materias Primas- Gritz de Maíz

Anexo # 34. Ficha de Control de Producto Semielaborado

Anexo # 35. Ficha de Control de Producto Terminado

Anexo # 36. Formulario de Mantenimiento Preventivo de Equipos

Anexo # 37. Ficha de Control Del Lote de Producción

Anexo # 38. Norma NTE INEN Agua Potable. Requisitos

Anexo # 39. Árbol de Decisiones para Plan HACCP

CAPITULO I

1.1 Definición del Producto

El producto obtenido consiste en un extruido expandido elaborado a partir de la combinación de una leguminosa andina como es el chocho (*Lupinus mutabilis*) y un cereal como es el maíz (*Zea mays*) con el fin de obtener un producto tipo snack de sal listo para el consumo.

CAPITULO II

2.1 Objetivos

- Elaborar un snack a base de chocho y maíz mediante el proceso tecnológico de la extrusión.
- Dar un uso adicional a la forma tradicional del consumo de chocho.
- Incentivar el consumo del chocho, producto ancestral andino, en las nuevas generaciones mediante el desarrollo de un snack atractivo y nutritivo.
- Combinar una leguminosa con un cereal para obtener un producto con un balance de aminoácidos de buen valor nutritivo para el consumidor.

2.2 Justificación

La elaboración de un nuevo snack se justifica en la obtención de un producto con un balance de aminoácidos aprovechando la combinación de una leguminosa andina como es el chocho y un cereal altamente consumido en Ecuador como es el maíz. Nuestro producto pretende llevar esta combinación (chocho-maíz) a un producto tipo snack, con el fin de promover su consumo en la alimentación ecuatoriana.

A pesar de que en el Ecuador el INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias) ha incentivado el consumo de chocho mediante la publicación de una amplia variedad de recetas que lo incluyen como uno de los ingredientes, su consumo aún se limita a formas tradicionales de consumo como es el caso del chocho con tostado y

ceviche de chocho. Esto se debe a que sus limitaciones de procesamiento y formas de preparación han restringido su demanda (Caicedo, 1998). Por lo tanto, con la presente propuesta podemos aumentar e incentivar la demanda del chocho. Además del importante valor nutricional que le da la combinación de los aminoácidos de una leguminosa con los de un cereal, el producto objeto de este trabajo tiene otra ventaja como es que el producto estará listo para consumirlo sin ninguna preparación adicional.

CAPITULO III

3.1 Grupo Objetivo

El snack elaborado a base chocho y maíz (ChochoCorn) está dirigido a jóvenes de entre 18 y 25 años, por ser consumidores habituales de snacks y preocuparse por el valor nutricional de los mismos.

CAPITULO IV

4.1 Antecedentes

Los snacks son alimentos que pueden ser consumidos en lugar de, o entre, comidas. Son convenientes porque están listos para su consumo. Los snacks dan variedad a la dieta lo que explica parcialmente su popularidad. Estos frecuentemente reciben críticas por sus altos niveles de sal, azúcar y grasa por lo que parecen ser perjudiciales nutricionalmente cuando son consumidos regularmente como reemplazo de la comida tradicional. Sin embargo, algunos snacks pueden ser muy nutritivos cuando están hechos de frutas, leguminosas o cereales. También debería mencionarse que el consumo de snacks no necesariamente conlleva problemas de salud como obesidad, pues la causa es una dieta no balanceada con exceso de grasa, azúcar y sal. Por lo tanto, si los snacks son parte de una dieta variada, pueden ser una importante fuente de grasas y energía, particularmente para los sectores pobres de la sociedad cuya dieta puede ser deficiente en estos nutrientes. (FAO, 2010a).

Algunos de los snacks que se encuentran en el mercado, son elaborados mediante el proceso de extrusión, el cual consiste en el moldeado o conformación de una sustancia blanda o plástica mediante tratamiento por calor y fuerzas de corte y fricción mecánicas, hasta hacerla pasar por un orificio con forma especial para conseguir una estructura y características del producto terminado. Este proceso combina operaciones unitarias como el mezclado, la cocción, y el moldeo. Su empleo más extendido es en el tratamiento de materias primas agrícolas, principalmente cereales, o sus transformados (Callejo, 2002). La tecnología de la extrusión proporciona varias ventajas sobre los métodos tradicionales

de procesado de alimentos ya que proporciona diferentes formas, texturas, colores y apariencias, todas ellas obtenidas mediante pequeños cambios en el equipo mismo y en las condiciones de procesado. Además, hay un mejoramiento en la calidad del producto sobre otros procesos debido a que la cocción se realiza en un tiempo muy corto y tiene lugar una menor destrucción de los ingredientes sensibles al calor (Guy, 2002).

Mediante el proceso de extrusión se pueden realizar distintos tipos de productos, uno de ellos son los productos extruidos expandidos los cuales pueden combinar una amplia gama de ingredientes que dan como resultado diferentes tipos de snacks. Para extruidos expandidos, generalmente, la combinación de ingredientes contiene altos niveles de almidón lo que maximiza la expansión del producto final. Niveles totales de almidón de 60% o menos, podría resultar en una menor expansión del producto final. De manera general, en el proceso de extrusión los ingredientes son previamente mezclados y acondicionados para luego pasar al extrusor donde son cocidos. Es importante que los materiales tengan un adecuado grado de hidrólisis para maximizar la expansión del producto final. Una buena cocción durante la extrusión está definida por la combinación de temperatura, tiempo de residencia y contenido de humedad, entre otros, para gelatinizar por completo el almidón. El producto viscoelástico que se forma durante el proceso es moldeado al pasar por dados que le dan una forma específica y finalmente son expandidos debido a un diferencial de presión al salir del extrusor. Los productos, una vez expandidos, son sazonados con sal y/o varias especies, empacados y vendidos como productos listos para el consumo (Huber, 2001).

4.2 Principales Materias Primas

4.2.1 Chocho:

El chocho o Tarwi (*Lupinus mutabilis*) es una leguminosa que crece en los Andes que ha sido utilizado por la población Andina desde tiempos ancestrales. El chocho es importante por su alto contenido de proteína (41-51% en base seca) y aceite, alrededor del 18 al 22% en base seca (Tabla # 1) (Villacrés, 2006). Como las otras leguminosas, el chocho es rico en el aminoácido esencial lisina; sin embargo, aunque es rico en proteínas tiene la desventaja de que no posee todos los aminoácidos en las cantidades adecuadas, siendo deficiente en metionina (Tabla # 2) (Caicedo, 1998). Por ello, al ingerir simultáneamente mezclas de diferentes alimentos de origen vegetal, principalmente de cereales y leguminosas, los aminoácidos esenciales se complementan entre sí y se obtiene una proteína de alto valor biológico similar a las de origen animal. Los granos andinos (quinua, cañahua, amaranto) por su excelente contenido de lisina y metionina complementan muy bien a la proteína de cereales como maíz, trigo y arroz. El chocho también se complementa adecuadamente con estos últimos cereales (FAO, 2010b). Se recomienda mezclar dos porciones de un cereal como el maíz, arroz o el trigo y una porción de una leguminosa como el chocho para que la mezcla cereal-leguminosa, se complemente nutritivamente respecto al perfil de aminoácidos y tenga un mayor valor nutritivo (Caicedo, 1998).

El chocho es un grano amargo debido a la presencia de alcaloides quinolizidínicos. Los principales alcaloides quinolizidínicos presentes en el chocho son: lupanina (46%), esparteína (14%), 4- hidroxilupanina (10%) e isolupanina (3%) (Jarrín, 2003). Los

alcaloides tienen una acción paralizante del sistema nervioso central, especialmente sobre los centros respiratoria y vasomotor (Díaz, 1999). Dosis comprendidas entre 11 a 25mg/Kg de peso corporal en niños y dosis de 25 a 46mg/Kg de peso corporal en adultos producen graves intoxicaciones (Jarrín, 2003). La presencia de estos alcaloides constituye un aspecto negativo para su consumo, pero puede ser solucionada ya que estos son solubles en agua, por ello un procedimiento usual para la eliminación de estos alcaloides es lavar las semillas en corriente de agua, este método necesita grandes volúmenes de agua para el desamargado del Chocho a escala comercial (Nossack, *et al*, 2000).

El contenido de minerales en el chocho se asemeja a otras leguminosas. El grano representa una valiosa fuente de calcio, fósforo, magnesio, hierro y zinc. El calcio se encuentra principalmente en la cáscara en una concentración promedio de 0.48%; mientras que el fósforo, elemento que le sigue en importancia, se encuentra en una concentración promedio de 0.43% y se halla en el núcleo del grano (Villacrés, 2006).

Tabla # 1. Composición química del chocho desamargado en porcentaje sobre materia seca del grano

	Chocho %
Proteína	51
Grasa	20.4
Fibra	7.3
Ceniza	2.2
E.L.N*	19.0

*E.L.N: Elementos Libres de Nitrógeno

Fuente: INIAP, 2003

Tabla # 2. Contenido de aminoácidos de Chocho y Maíz en base seca (mg/g total de Nitrógeno)

Aminoácidos	Chocho	Maíz
Lisina	331	179
Leucina	449	781
Isoleucina	274	250
Metionina	47	87
Cistina	87	----
Fenilalanina	231	294
Tirosina	221	28
Treonina	228	237
Triptófano	110	44
Valina	252	287
Arginina	594	262

Fuente: INIAP, 2003

La producción de chocho a nivel nacional se muestra en la Tabla 3.

Tabla # 3. Producción anual de chochos a nivel nacional.

Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, la producción anual de chochos, expresada en toneladas, para el 2008 fue de 1934TM con un rendimiento de 602 kg/ha.

Años	Producción (TM)	Rendimiento (kg/ha)
1996	1677	370
1997	1403	326
1998	1064	317
1999	1238	304
2000	1789	201
2001	830	200
2002	736	202
2003	1423	381
2004	1342	382
2005	1614	482
2006	2068	638
2007	1912	598
2008	1934	602

Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2009.

4.2.2 Maíz:

El maíz, que es junto con el trigo y el arroz uno de los cereales más importantes del mundo, suministra elementos nutritivos a los seres humanos y a los animales y es una materia prima básica de la industria de transformación, con la que se producen almidón, aceite y proteínas, bebidas alcohólicas y, edulcorantes alimenticios entre otros. Botánicamente, el maíz (*Zea mays*) pertenece a la familia de las gramíneas y es una planta anual alta dotada

de un amplio sistema radicular fibroso. El maíz es a menudo de color blanco o amarillo, aunque también hay variedades de color negro, rojo y jaspeado (Colección FAO, 1993).

Desde el punto de vista nutricional, la composición del maíz se muestra en la Tabla 4. El componente químico principal del grano de maíz es el almidón, al que corresponde hasta el 72-73 por ciento del peso del grano. Después del almidón, las proteínas constituyen el siguiente componente químico del grano por orden de importancia. En las variedades comunes, el contenido de proteínas puede oscilar entre el 8 y el 11 por ciento del peso del grano, y en su mayor parte se encuentran en el endospermo. La calidad nutritiva del maíz como alimento viene determinada por la composición de aminoácidos de sus proteínas (FAO, 1993). Las proteínas de los cereales como el arroz, trigo, cebada y maíz son muy pobre en lisina y ricos en metionina; las legumbres y las semillas de las oleaginosas son deficientes en metionina y ricas en lisina (Fennema, 2000). El maíz es un cereal deficiente en lisina y en triptófano. Además es rico en metionina, por lo que al ser mezclado con una leguminosa pobre en metionina, se obtiene un producto con balance de aminoácidos y, por lo tanto, de mejores características nutritivas (Badui, 2006).

Tabla # 4. Composición Química del Maíz

Nutriente	Porcentaje
Almidón	75.00
Proteína	7.68
Fibra	2.46
Grasa	5.00
Ceniza	1.65

Fuente: INIAP, 2003

De acuerdo con el Proyecto SICA, en base a los datos del III Censo Nacional Agropecuario (CNA), la producción nacional de maíz amarillo (octubre/1999-sep/2000) fue de alrededor 487.8 mil Tm/año con una superficie cultivada de 228.8 mil ha.

La demanda agroindustrial estima que la producción de maíz amarillo duro se concentra en la producción de balanceados, en su mayor parte para la industria avícola, que en conjunto emplea alrededor de 40 mil Tm al mes (480 mil Tm al año); la industria de harinas para consumo humano directo debe utilizar cerca de 1.000 Tm del producto al mes, para una demanda global de 12.000 Tm/año (SICA, 2009).

CAPITULO V

Formulación

5.1 Selección de proveedores de materias primas

Gritz de Maíz:

- Empresa: PRODEMSA
- Dirección: PANAMERICANA NORTE.KM.6
- Teléfono: (593-2) 280 0230

Chocho Desamargado:

- Empresa: Súper Chocho
- Teléfono: (593-2) 2391076

Sal:

- Empresa: Ecuatoriana de Sal y Productos Químicos C.A (ECUASAL)
- Dirección: km 12 Vía a Daule. Guayaquil – Ecuador.
- Teléfono: 2115-480/ 2115-251

Acido Cítrico y Picante:

- Empresa: ADITMAQ
- Dirección: Vicente Duque N73-85 y José de la Rea Lote1 (junto a Andinatel), sector Carcelén Alto
- Teléfono: (593-2) 280 8868 / 247 7471

5.2 Formulación Inicial

5.2.1 Procedimiento

- Se reciben las materias primas como son el chocho desamargado, gritz de maíz y sal. Se almacena los gritz de maíz y la sal a temperatura ambiente (entre 15°C y 20°C) y el chocho desamargado en la cámara de 4°C.

- Se muele el chocho en un Molino Modelo 4E Grinding Mill (Anexo # 1) y se lo prensa en la Prensa Hidráulica Modelo PH 00011-02 (Anexo # 2) para disminuir la humedad del mismo hasta aproximadamente 67%.

- Se mezcla el chocho desamargado prensado (67% humedad), gritz de maíz (13% humedad), sal (2-3% de la mezcla) en el Mezclador Modelo MZ25 00018-02 (Anexo # 3) por 10 minutos.

- Se extruye la mezcla de chocho desamargado prensado y gritz de maíz en el Extrusor MILTENZ 51-SP (Anexo # 4).

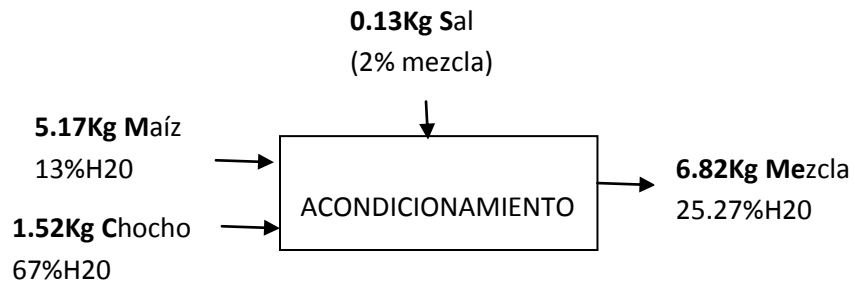
- Se seca el producto que sale del extrusor en un Secador de Bandejas Horizontal Modelo SB 00048-02 (Anexo # 5) a 60°C por una hora hasta llegar a una humedad aproximada de 8%.

La formulación inicial se muestra en la tabla # 5.

Tabla # 5. Formulación Inicial de snack a base de chocho y maíz. Ingredientes mayoritarios.

Ingrediente	Humedad (%)	Cantidad en (kg/ base húmeda)	Cantidad en (kg/ base seca)	Porcentaje en base húmeda (%)	Porcentaje en base seca (%)
Chocho Desamargado	67	1,52	0.5	22.7	10
Gritz de Maíz	13	5.17	4.5	77.3	90

5.2.2 Balance de Materia:



Balance General:

$$M + C + S = Me$$

$$5.17\text{Kg} + 1.52\text{Kg} + 2\%(5.17 + 1.52) = Me$$

$$5.17\text{Kg} + 1.52\text{Kg} + 0.13\text{Kg} = Me$$

$$Me = 6.82\text{Kg}$$

Balance de Agua:

$$M (0.13) + C (0.67) + S (0) = Me (X)$$

$$5.17 (0.13) + 1.52 (0.67) = 6.69 (X)$$

$$X = 25.27\% \text{ humedad de la mezcla}$$

Tabla # 6. Ingredientes para la formulación final

Ingrediente	Cantidad(kg)	Porcentaje (%)
Chocho Desamargado (b.h*)	1.52	22.29
Gritz de Maíz (b.h*)	5.17	75.8
Agua añadida	0	0
Sal	0.13	2
Total	6.82	100

*b.h= Base húmeda

Con la formulación inicial de la Tabla # 6 se realizaron dos corridas en el extrusor variando el diámetro de los dados del disco de extrusor obteniéndose las condiciones de trabajo mostradas en las Tablas # 7 y # 8.

Tabla # 7. Condiciones de trabajo del Extrusor (Diámetro de orificio = 5mm)

PARÁMETRO			
	Extruder	Feeder	Cutter
Velocidad (Hz)	40 - 45	5.0	5.0
	Cámara 1	Cámara 2	Cámara 3
Temperatura (°C)	19	99	117
Presión (Bares)	35-40		
	Diámetro (mm)	Número	
Dados	5	3	

Tabla # 8. Condiciones de trabajo del Extrusor (Diámetro de orificio = 3mm)

PARÁMETRO			
	Extruder	Feeder	Cutter
Velocidad (Hz)	40-45	5.0	5.0
	Cámara 1	Cámara 2	Cámara 3
Temperatura (°C)	20	100	122
Presión (Bares)	64-69		
	Diámetro (mm)	Número	
Dados	3	3	

5.2.3 Resultado:

La formulación inicial, 10% de chocho y 90% de maíz en base seca, se extruyó y expandió sin inconvenientes a pesar del alto contenido de humedad de la mezcla (25%). Con esta formulación se realizaron dos repeticiones variando el diámetro del orificio de los dados con lo cual se verificaron diferencias tanto en las condiciones de trabajo del extrusor,

mostradas en la Tabla #7 y Tabla #8, como en el grado de expansión del producto. Con respecto a las condiciones de trabajo en el intento que utilizó tres dados de tres milímetros, se observó un aumento en la presión y temperatura de las cámaras con respecto al intento realizado con tres dados de cinco milímetros. En lo que se refiere al grado de expansión, se observó una mayor expansión en el extruido realizado con los dados de 3mm. Esto se explica porque al haber menor diámetro sin variar el número de dados se genera una mayor presión dentro de la cámara y por lo tanto, aumenta el grado de expansión. A pesar de que en ambos casos el producto se extruyó y expandió, este tenía una textura chiclosa y aún después de secarle por 1 hora a 70°C no se obtuvo una buena crujencia. Por lo tanto, se encontró que es necesario disminuir la humedad del chocho desamargado para poder incrementar la crujencia en el producto final. Simultáneamente, al disminuir la humedad se podrá aumentar el porcentaje de chocho en próximos prototipos con humedades de mezcla entre 16-18% de acuerdo a lo citado por Guy, 2002.

5.3 Elaboración de prototipos

5.3.1 Prototipo A

5.3.1.1 Cambios en el Procedimiento

- Se reciben las materias primas como son el chocho desamargado, gritz de maíz y sal. Se almacena el gritz maíz y sal a temperatura ambiente (aproximadamente entre 15°C y 20°C) y el chocho desamargado en la cámara de 4°C.
- Se desintegra el chocho desamargado en el Cutter Modelo CM-21 (Anexo # 6) por 2 minutos hasta obtener una pasta.

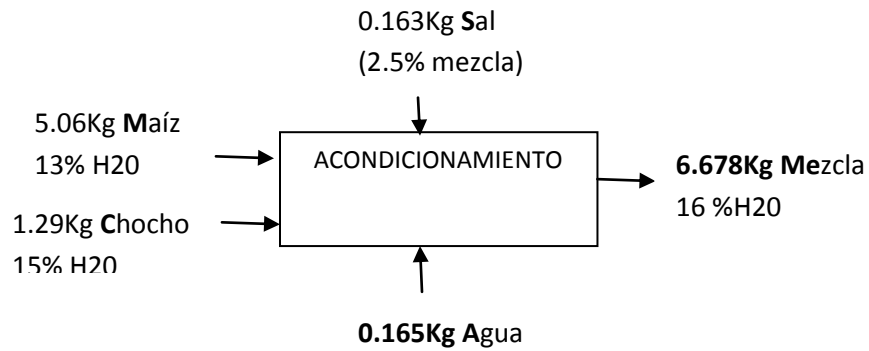
- Se seca la pasta del chocho desamargado en el Secador de Bandejas Horizontal Modelo SB 00048-02 (Anexo # 5) a 60°C por 8 horas hasta llegar una humedad de 15%.
- Se muele el chocho desamargado seco y se tamiza (Anexo # 7) para que el tamaño de partícula sea más homogéneo entre el gritz de maíz y chocho desamargado seco.
- Se mezcla el gritz de maíz, chocho desamargado y sal en el Mezclador Modelo MZ25 00018-02 (Anexo # 3) por 10 minutos.
- Se extruye la mezcla de chocho desamargado y gritz de maíz en el Extrusor MILTENZ 51-SP (Anexo # 4).
- Se seca el producto que sale del extrusor en el Secador de Bandejas Horizontal Modelo SB 00048-02 a 70°C por una hora.

5.3.1.2 Formulación del Prototipo A

Tabla # 9. Formulación del Prototipo A

Ingrediente	Humedad (%)	Cantidad en (kg/ base húmeda)	Cantidad en (kg/ base seca)	Porcentaje en base húmeda (%)	Porcentaje en base seca (%)
Chocho Desamargado Secado	15	1,29	1.1	20,3	20
Gritz de Maíz	13	5.06	4.4	79,69	80

5.3.1.3 Balance de Materia:



Balance de Agua:

$$M (0.13) + C (0.15) + A (1) + S (0) = Me (0.16)$$

$$5.06 (0.13) + 1.29 (0.15) + A (1) = 6.35 (0.16)$$

A = 0.165kg de agua añadida

Balance General:

$$M + C + S + A = Me$$

$$5.06\text{Kg} + 1.29\text{Kg} + (2.5\% (5.06 + 1.29 + 0.165)) + 0.165\text{Kg} = Me$$

$$5.06\text{Kg} + 1.29\text{Kg} + 0.163\text{Kg} + 0.165\text{Kg} = Me$$

Me = 6.678Kg de mezcla

Tabla # 10. Ingredientes para el Prototipo A

Ingrediente	Cantidad(kg)	Porcentaje (%)
Chocho Desamargado (b.h*)	1.29	19.31
Gritz de Maíz (b.h*)	5.06	75.75
Agua añadida	0.17	2.54
Sal	0.16	2.40
Total	6.68	100

*b.h= Base húmeda

Tabla # 11. Condiciones de trabajo del Extrusor

PARÁMETRO			
	Extruder	Feeder	Cutter
Velocidad (Hz)	40 - 45	5.0	5.0
	Cámara 1	Cámara 2	Cámara 3
Temperatura (°C)	19	99	135
Presión (Bares)	160-190		
	Diámetro (mm)	Número	
Dados	3	3	

5.3.1.4 Resultados

La mezcla 20% de chocho y 80% de maíz en base seca se extruyó con mejores resultados que la formulación inicial debido a la disminución de la humedad de la mezcla hasta un 16%. Por lo tanto, la textura del producto tuvo una mejor crujencia antes y después del

secado. Además se observó que utilizando tres dados con orificios de 3mm de diámetro, las condiciones de temperatura en las tres cámaras se mantuvieron similares a los de la formulación inicial, mientras que la presión aumentó considerablemente debido al mayor porcentaje de chocho de la mezcla.

5.3.2 Prototipo B

5.3.2.1 Cambios en el Procedimiento

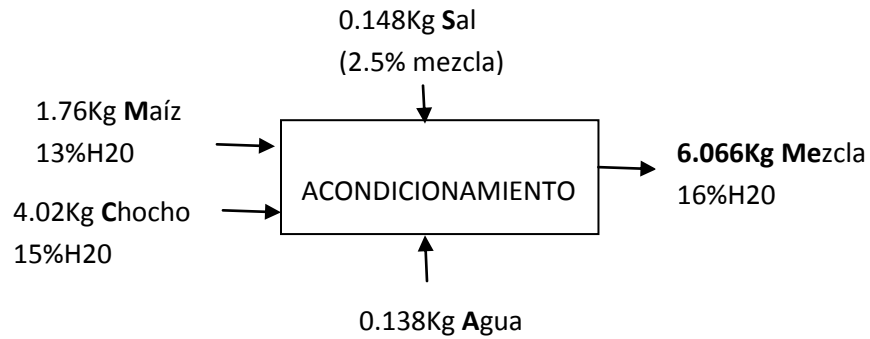
El procedimiento es igual al del prototipo A, la diferencia es que para este prototipo se utilizó una combinación de 30% de chocho y 70% de maíz.

5.3.2.2 Formulación del Prototipo B

Tabla # 12. Formulación del Prototipo B

Ingrediente	Humedad (%)	Cantidad en (kg/ base húmeda)	Cantidad en (kg/ base seca)	Porcentaje en base húmeda (%)	Porcentaje en base seca (%)
Chocho Desamargado Secado	15	1.76	1.5	30.44	30
Gritz de Maíz	13	4.02	3.5	69.55	70

5.3.2.3 Balance de Materia:



Balance de Agua:

$$M (0.13) + C (0.15) + A (1) + S (0) = Me (0.16)$$

$$4.02 (0.13) + 1.76 (0.15) + A (1) = 5.78 (0.16)$$

$$A = 0.138\text{kg de agua añadida}$$

Balance General:

$$M + C + S + A = Me$$

$$4.02\text{Kg} + 1.76\text{Kg} + (2.5\% (4.02 + 1.76 + 0.138)) + 0.138\text{Kg} = Me$$

$$5.06\text{Kg} + 1.29\text{Kg} + 0.163\text{Kg} + 0.165\text{Kg} = Me$$

$$\text{Me} = 6.066\text{Kg de mezcla}$$

Tabla # 13. Ingredientes para el Prototipo B

Ingrediente	Cantidad(kg)	Porcentaje (%)
Chocho Desamargado (b.h*)	1.76	28.99
Gritz de Maíz (b.h)	4.02	66.23
Agua añadida	0.14	2.31
Sal	0.15	2.47
Total	6.07	100

*b.h= Base húmeda

Tabla # 14. Condiciones de trabajo del Extrusor (Diámetro de orificio = 3mm)

PARÁMETRO			
	Extruder	Feeder	Cutter
Velocidad (Hz)	35 - 40	5.0	5.0
	Cámara 1	Cámara 2	Cámara 3
Temperatura (°C)	21	99	127
Presión (Bares)	180-220 (máxima)		
	Diámetro (mm)	Número	
Dados	3	3	

Tabla # 15. Condiciones de trabajo del Extrusor (Diámetro de orificio = 4mm)

PARÁMETRO			
	Extruder	Feeder	Cutter
Velocidad (Hz)	35 - 40	5.0	5.0
	Cámara 1	Cámara 2	Cámara 3
Temperatura (°C)	21	98	119
Presión (Bares)	190-200		
	Diámetro (mm)	Número	
Dados	4	3	

5.3.2.4 Resultados

La mezcla 30% de chocho y 70% de maíz en base seca se extruyó sin expansión en ambos intentos donde se varió el diámetro de orificio de los dados. Inicialmente, se utilizaron 3 dados con 3mm de diámetro de orificio; en este prototipo, la presión del extrusor llegó al límite (220 bares), lo cual es peligroso y no permite una producción en condiciones constantes. Al no lograr la expansión y obtener una presión demasiado alta, se cambió por 3 dados con 4mm de diámetro de orificio. A pesar que se logró disminuir un poco la presión, la expansión no fue posible. Esto es el resultado del incremento del porcentaje de proteína, así como la disminución del porcentaje de almidón en la mezcla, ya que a mayor porcentaje de almidón se logra una mejor expansión.

5.3.3 Prototipo C

5.3.3.1 Cambios en el Procedimiento

- Se reciben las materias primas como son el chocho desamargado, gritz maíz y sal. Se almacena el gritz maíz y sal a temperatura ambiente (15°C a 20°C) y el chocho desamargado en la cámara de 4°C.
- Se seca el chocho desamargado entero en un Secador de tambor de 90 a 100°C por 5 horas hasta llegar una humedad de 15%.
- Se muele el chocho desamargado seco y se tamiza (Anexo # 7) para que el tamaño de partícula sea más homogéneo entre el gritz de maíz y chocho desamargado seco.
- Se mezcla el gritz de maíz, chocho desamargado y sal en el Mezclador Modelo MZ25 00018-02 (Anexo # 3) por 10 minutos.

- Se extruye la mezcla de chocho desamargado y gritz de maíz en el Extrusor MILTENZ 51-SP (Anexo # 4).

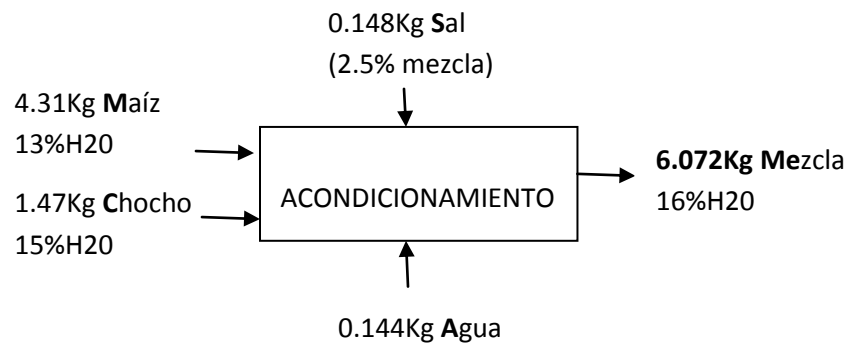
- Se seca el producto que sale del extrusor en el Secador de Bandejas Horizontal Modelo SB 00048-02 (Anexo #5) a 70°C por una hora.

5.3.3.2 Formulación del Prototipo C

Tabla # 16. Formulación del Prototipo C

Ingrediente	Humedad (%)	Cantidad en (kg/ base húmeda)	Cantidad en (kg/ base seca)	Porcentaje en base húmeda (%)	Porcentaje en base seca (%)
Chocho Desamargado Secado	15	1.47	1.25	25.43	25
Gritz de Maíz	13	4.31	3.75	74.57	75

5.3.3.3 Balance de Materia:



Balance de Agua:

$$M (0.13) + C (0.15) + A (1) + S (0) = Me (0.16)$$

$$4.31 (0.13) + 1.47 (0.15) + A (1) = 5.78 (0.16)$$

A = 0.144kg de agua añadida

Balance General:

$$M + C + S + A = Me$$

$$4.31\text{Kg} + 1.47\text{Kg} + (2.5\% (4.31 + 1.47 + 0.144)) + 0.144\text{Kg} = Me$$

$$4.31\text{Kg} + 1.47\text{Kg} + 0.148\text{Kg} + 0.144\text{Kg} = Me$$

Me = 6.072Kg de mezcla

Tabla # 17. Ingredientes para el Prototipo C

Ingrediente	Cantidad(kg)	Porcentaje (%)
Chocho Desamargado (b.h*)	1.47	24.22
Gritz de Maíz (b.h*)	4.31	71
Agua añadida	0.144	2.37
Sal	0.15	2.5
Total	6.07	100

*b.h= Base húmeda

Tabla # 18. Condiciones de trabajo del Extrusor

PARÁMETRO			
	Extruder	Feeder	Cutter
Velocidad (Hz)	40- 45	5.0	5.0
	Cámara 1	Cámara 2	Cámara 3
Temperatura (°C)	22	102	132
Presión (Bares)	190-220 (máxima)		
	Diámetro (mm)	Número	
Dados	3	3	

5.3.3.4 Resultados

A pesar de que el secado del chocho en el secador de tambor a 100° C disminuyó el tiempo de secado, el chocho seco dio problemas en la molienda ya que tenía una textura chiclosa. La mezcla 25% de chocho y 75% de maíz en base seca inicialmente se extruyó sin expansión en condiciones de temperatura y presión no constantes. La extrusión no duró mucho tiempo antes de que los orificios de salida se taponen y el material viscoso se acumule en el interior del extrusor probablemente por una pre cocción excesiva de las fuentes de almidón (Guy, 20). Al compararlo con el prototipo B, en el cual a pesar de utilizar un mayor porcentaje de chocho (30%), el extrusor no se taponó, se concluye que el porcentaje de proteína no era el problema sino la gelatinización del almidón del chocho resultado de un secado a temperaturas mayores a 65 ° C (Badui, 2006).

5.3.4 Prototipo D

5.3.4.1 Cambios en el Procedimiento

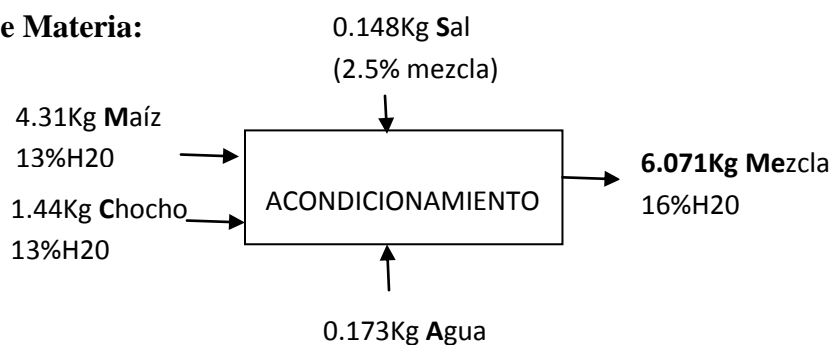
- Se reciben las materias primas como son el chocho desamargado, gritz maíz y sal. Se almacena el gritz maíz y sal a temperatura ambiente (15°C a 20°C) y el chocho desamargado en la cámara de 4°C.
- Se trocea el chocho desamargado en el Cutter Modelo CM-21 (Anexo # 6) por 15 segundos.
- Se seca el chocho desamargado troceado en el Secador de Bandejas Horizontal Modelo SB 00048-02 (Anexo # 5) a 70°C por 6 horas hasta llegar una humedad de 15%.
- Se muele el chocho desamargado seco y se tamiza (Anexo # 7) para que el tamaño de partícula sea más homogéneo entre el gritz de maíz y chocho desamargado seco.
- Se mezcla el gritz de maíz, chocho desamargado y sal en el Mezclador Modelo MZ25 00018-02 (Anexo # 3) por 10 minutos.
- Se extruye la mezcla de chocho desamargado y gritz de maíz en el Extrusor MILTENZ 51-SP (Anexo # 4).
- Se seca el producto que sale del extrusor en el Secador de Bandejas Horizontal Modelo SB 00048-02 (Anexo # 5) a 70°C por una hora.

5.3.4.2 Formulación del Prototipo D

Tabla # 19. Formulación del Prototipo D

Ingrediente	Humedad (%)	Cantidad en (kg/ base húmeda)	Cantidad en (kg/ base seca)	Porcentaje en base húmeda (%)	Porcentaje en base seca (%)
Chocho Desamargado Secado	13	1.44	1.25	25.04	25
Gritz de Maíz	13	4.31	3.75	74,96	75

5.3.4.3 Balance de Materia:



Balance de Agua:

$$M (0.13) + C (0.15) + A (1) + S (0) = Me (0.16)$$

$$4.31 (0.13) + 1.44 (0.13) + A (1) = 5.75 (0.16)$$

A = 0.173kg de agua añadida

Balance General:

$$M + C + S + A = Me$$

$$4.31\text{Kg} + 1.44\text{Kg} + (2.5\% (4.31 + 1.44 + 0.173)) + 0.173\text{Kg} = Me$$

$$4.31\text{Kg} + 1.44\text{Kg} + 0.148\text{Kg} + 0.173\text{Kg} = Me$$

Me = 6.071Kg de mezcla

Tabla # 20. Ingredientes para el Prototipo D

Ingrediente	Cantidad(kg)	Porcentaje (%)
Chocho Desamargado (b.h*)	1.47	24.10
Gritz de Maíz (b.h*)	4.31	70.66
Agua añadida	0.173	2.80
Sal	0.15	2.5
Total	6.10	100

*b.h= Base húmeda

Tabla # 21. Condiciones de trabajo del Extrusor (Diámetro de orificio = 3mm)

PARÁMETRO			
	Extruder	Feeder	Cutter
Velocidad (Hz)	40- 45	5.0	5.0
	Cámara 1	Cámara 2	Cámara 3
Temperatura (°C)	21	97	131
Presión (Bares)	200-220 (máxima)		
	Diámetro (mm)	Número	
Dados	3	3	

Tabla # 22. Condiciones de trabajo del Extrusor (Diámetro de orificio = 4mm)

PARÁMETRO			
	Extruder	Feeder	Cutter
Velocidad (Hz)	40- 45	5.0	5.0
	Cámara 1	Cámara 2	Cámara 3
Temperatura (°C)	22	101	131
Presión (Bares)	200-220 (máxima)		
	Diámetro (mm)	Número	
Dados	4	2	

5.3.4.4 Resultados

Se intentó extruir la mezcla 25% de chocho y 75% de maíz en base seca inicialmente utilizando 3 dados con 3mm de diámetro de orificio; en este prototipo, a pesar que el producto se extruyó con expansión, la presión del extrusor llegó al límite (220 bares), lo cual es peligroso y no permite una producción en condiciones constantes. Al obtener una presión demasiada alta, se cambió por 2 dados de 4mm de diámetro de orificio; a pesar que se logró disminuir la presión, la expansión fue posible sólo cuando se inyectó agua adicional a la mezcla al inicio de la alimentación. Debido a que la inyección de agua fue necesaria, se realizó un intento más incrementando la humedad de la mezcla a un 17% (Prototipo E).

5.3.5 Prototipo E

5.3.5.1 Cambios en el Procedimiento

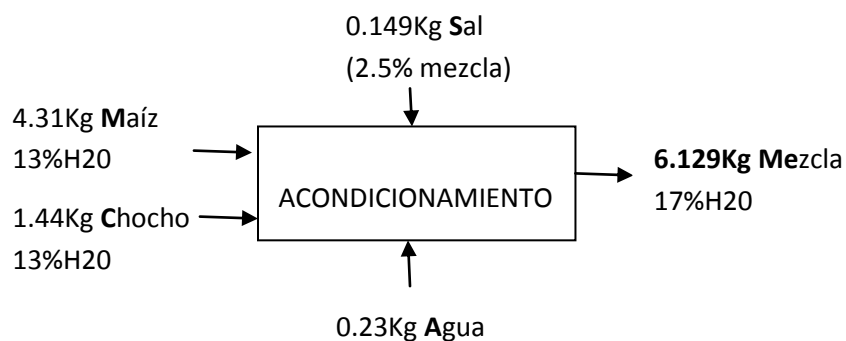
El procedimiento es igual al del prototipo D, la diferencia es que para este prototipo se aumentó la humedad de la mezcla a un 17%. Se mantuvo la combinación 25% de chocho y 75% de maíz.

5.3.5.2 Formulación del Prototipo E

Tabla # 23. Formulación del Prototipo E

Ingrediente	Humedad (%)	Cantidad en (kg/ base húmeda)	Cantidad en (kg/ base seca)	Porcentaje en base húmeda (%)	Porcentaje en base seca (%)
Chocho Desamargado Secado	13	1.44	1.25	25.04	25
Gritz de Maíz	13	4.31	3.75	74.96	75

5.3.5.3 Balance de Materia:



Balance de Agua:

$$M (0.13) + C (0.15) + A (1) + S (0) = Me (0.17)$$

$$4.31 (0.13) + 1.44 (0.13) + A (1) = 5.75 (0.17)$$

$$A = 0.23\text{kg de agua añadida}$$

Balance General:

$$M + C + S + A = Me$$

$$4.31\text{Kg} + 1.44\text{Kg} + (2.5\% (4.31 + 1.44 + 0.23)) + 0.23\text{Kg} = Me$$

$$4.31\text{Kg} + 1.44\text{Kg} + 0.149\text{Kg} + 0.23\text{Kg} = Me$$

$$Me = 6.129\text{Kg de mezcla}$$

Tabla # 24. Ingredientes para el Prototipo E

Ingrediente	Cantidad(kg)	Porcentaje (%)
Chocho Desamargado (b.h*)	1.47	23.86
Gritz de Maíz (b.h*)	4.31	69.97
Agua añadida	0.23	3.73
Sal	0.15	2.5
Total	6.16	100

*b.h= Base húmeda

Tabla # 25. Condiciones de trabajo del Extrusor

PARÁMETRO			
	Extruder	Feeder	Cutter
Velocidad (Hz)	40- 45	5.0	5.0
	Cámara 1	Cámara 2	Cámara 3
Temperatura (°C)	20	99	128
Presión (Bares)	160-180		
	Diámetro (mm)	Número	
Dados	4	2	

5.3.5.4 Resultados

La mezcla 25% de chocho y 75% de maíz en base seca con un 17% de humedad se extruyó con expansión en condiciones constantes. Al aumentar la humedad de la mezcla se logró extruir sin necesidad de inyectar agua adicional en la alimentación. El producto obtenido presento un tamaño uniforme y la presión se mantuvo sin llegar a su límite máximo.

5.4 Conclusiones

- La extrusión y expansión de la formulación inicial (10% de chocho y 90% de maíz) es factible a pesar del alto porcentaje de humedad de la mezcla (25%); sin embargo, es necesario secar el chocho para disminuir la humedad de la mezcla.
- A menor diámetro de orificio de los dados, mayor expansión del producto.
- En el prototipo A, la extrusión con expansión usando un 20% de chocho en la mezcla es posible. La disminución de la humedad de la misma mejoró la crujencia del producto.

- En el prototipo B, la extrusión con expansión usando un 30% de chocho en la mezcla no es posible en el Extrusor MILTENZ 51-SP de un solo tornillo a pesar de variar el diámetro de orificio de los dados y mantener la humedad que funcionó en el prototipo A (16%).
- El incremento del porcentaje de proteína en la mezcla reduce las posibilidades de una extrusión con expansión.
- En el prototipo C, la extrusión con expansión usando un 25% de chocho en la mezcla se debe repetir con el secado del chocho en el secador de bandejas y no en el secador de tambor.
- En el prototipo D, para lograr una extrusión en condiciones constantes utilizando un 25% de chocho en la mezcla es necesario modificar el número y diámetro de los dados para disminuir la presión en el extrusor. Para lograr un extruido expandido utilizando 2 dados de 4mm de diámetro, es necesario aumentar la humedad de la mezcla para evitar la inyección de agua en la alimentación.
- En el prototipo E, la extrusión con expansión usando un 25% de chocho, un 17% de humedad y 2 discos de 4mm de diámetro, es posible a condiciones constantes.
- El prototipo de 20% de chocho, 80% de gritz de maíz y el prototipo 25% de chocho, 75% de gritz de maíz son los que más se acercan al objetivo de complementación de aminoácidos; sin embargo, ninguno de los dos logra obtener la relación 2 a 1 (cereal/leguminosa); por lo que, a estos dos prototipos se los propone en un diseño experimental para decidir cuál es la formulación final priorizando grado de expansión.

CAPITULO VI

Diseño Experimental

6.1 Objetivo

Encontrar el prototipo que tenga la mejor expansión con el mayor contenido de proteína posible.

6.2 Procedimiento

Se utilizó un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA) con modelo factorial 2^2 correspondiente a la combinación de dos factores con dos niveles cada uno (4 tratamientos) y tres repeticiones. Los dos factores con sus correspondientes niveles fueron:

- Factor A: Diámetro de orificio de dados. Dos niveles:
 - Diámetro de orificio de 4 mm.
 - Diámetro de orificio de 5 mm.

Se utilizó un número de dados constante = 2

- Factor B: Mezcla de chocho y maíz. Dos niveles:
 - 80% de maíz y 20% de chocho.
 - 75% de maíz y 25% de chocho.

En la Tabla # 26 se muestra los cuatro tratamientos correspondientes a la combinación de los dos factores con sus dos niveles.

Tabla # 26. Combinaciones del experimento factorial 2²

Factores	80% de maíz y 20% de chocho	75% de maíz y 25% de chocho
4mm	A ₁ B ₁	A ₁ B ₂
5mm	A ₂ B ₁	A ₂ B ₂

Las variables a medir fueron:

- Grado de expansión del extruido: mediante el análisis de densidad del alimento (Anexo # 8 Método Densidad de Material)
- Contenido de proteína: Método AOAC 920.87.
- Humedad después de la extrusión: Método AOAC 925.10.

6.3 Resultados

6.3.1 Grado de Expansión

Planteamiento de las Hipótesis para la variable Grado de Expansión del extruido

Tratamientos:

Ho = No existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Ha = Existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Factor A:

Ho = No existe incidencia del diámetro de orificio de los dados sobre el grado de expansión del extruido.

Ha = Existe incidencia del diámetro de orificio de los dados sobre el grado de expansión del extruido.

Factor B:

Ho = No existe incidencia de la mezcla choco y maíz sobre el grado de expansión del extruido.

Ha = Existe incidencia de la mezcla choco y maíz sobre el grado de expansión del extruido.

Combinación Factor A y B:

Ho = El comportamiento de un factor no depende de los niveles del otro factor sin evidenciar una dependencia entre factores que incida sobre el grado de expansión.

Ha = El comportamiento de un factor depende de los niveles del otro factor evidenciando una dependencia entre factores que incide sobre el grado de expansión.

En la Tabla # 27 se indica la densidad de cada uno de los cuatro tratamientos con sus tres repeticiones.

Tabla # 27. Grado de expansión del extruido (g/mL)

Tratamientos	Repeticiones (g/mL)			Total
	1	2	3	
A1B1	0,785	0,656	0,632	2,073
A1B2	0,42	0,53	0,468	1,418
A2B1	0,425	0,37	0,338	1,133
A2B2	0,3918	0,3712	0,3529	1,116

En la Tabla # 28 se muestra la sumatoria total para los factores A y B de la variable grado de expansión.

Tabla # 28. Auxiliar para totales de factores A y B para variable grado de expansión

		B		
		B1	B2	ΣA
A	A1	2,073	1,418	3,491
	A2	1,133	1,116	2,249
	ΣB	3,206	2,534	5,74

En la Tabla # 29 se presenta el resumen del Análisis de Varianza (ANOVA) del grado de expansión de los tratamientos.

Tabla # 29. Resumen del Análisis de Varianza (ANOVA) del grado de expansión de los tratamientos.

FV	Gl	SC	CM	Fc	**Ft (0,01)
Total	11	0,224			
Tratamientos	3	0,2	0,067	22,22	7,59
Diámetro orificio de dados (A)	1	0,129	0,129	43,00	11,26
Mezcla de chocho y maíz (B)	1	0,038	0,038	12,67	11,26
Interacción A*B	1	0,034	0,034	11,33	11,26
Error Experimental	8	0,024	0,003		

**Significativa al 1% de probabilidad por la prueba F.

- Existe diferencia significativa entre los tratamientos.
- El diámetro de orificio de los dados tiene incidencia significativa sobre el grado de expansión.
- La mezcla chocho-maíz tiene incidencia significativa sobre el grado de expansión del extruido.
- Existe dependencia entre el comportamiento de los factores que incide significativamente sobre el grado de expansión.

Para elegir el tratamiento se utilizó la prueba de Tuckey que es una prueba de significación que permite agrupar a los tratamientos en rangos, mismos que involucran a uno o más tratamientos, y permiten de esta forma identificar el mejor o los mejores tratamientos a partir de sus medias. La prueba Tuckey es conocida como honesta por su rigurosidad intermedia; toma un solo valor de Q y corresponde al mayor valor utilizado por otras pruebas (Sánchez, 2009).

$$CV = \frac{\sqrt{CM_e}}{Y} = 11,45\%$$

$$S_y = \sqrt{\frac{CM_e}{n}} = 0,027$$

$$T = Q_{\alpha,p,v} \times S_y = 6,20 \times 0,027 = 0,1674$$

Valor Q obtenido de la Tabla (Anexo # 9)

En la Tabla # 30 se muestra el grado de expansión de los tratamientos.

Tabla # 30. Grado de Expansión de los Tratamientos

Tratamientos	Grado de Expansión (g/mL)
A1B1	0,691 a
A1B2	0,437 b
A2B1	0,378 b
A2B2	0,372 b

Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí al 1% de probabilidad por la prueba de Tuckey.

- El tratamiento A1B1 es diferente significativamente a todos los demás tratamientos.
- Los tratamientos A1B2, A2B1 y A2B2 estadísticamente son iguales entre sí.
- Se escoge el tratamiento A1B1 por tener el mayor grado de expansión ya que esto nos ayuda a tener un producto con buena textura.

6.3.2 Contenido de Proteína

Planteamiento de las Hipótesis para la variable Contenido de Proteína

Tratamientos:

Ho = No existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Ha = Existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Factor A:

Ho = No existe incidencia del diámetro de orificio de los dados sobre el contenido de proteína del extruido.

Ha = Existe incidencia del diámetro de orificio de los dados sobre el contenido de proteína del extruido.

Factor B:

Ho = No existe incidencia de la mezcla chocho y maíz sobre el contenido de proteína del extruido.

Ha = Existe incidencia de la mezcla chocho y maíz sobre el contenido de proteína del extruido.

Combinación Factor A y B:

Ho = El comportamiento de un factor no depende de los niveles del otro factor sin evidenciar una dependencia entre factores que incida sobre el contenido de proteína.

Ha = El comportamiento de un factor depende de los niveles del otro factor evidenciando una dependencia entre factores que incide sobre el contenido de proteína.

En la Tabla # 31 se indica el contenido de proteína de cada uno de los tratamientos con sus tres repeticiones.

Tabla # 31. Contenido de Proteína (g/100g)

Tratamientos	Repeticiones (g/100g)			Total
	1	2	3	
A1B1	13,988	13,686	14,045	41,719
A1B2	15,693	15,686	15,653	47,032
A2B1	14,119	14,108	14,324	42,551
A2B2	15,806	15,954	15,983	47,743

En la Tabla # 32 se muestra la sumatoria total para los factores A y B de la variable contenido de proteína.

Tabla # 32. Auxiliar para totales de factores A y B para la variable Contenido de Proteína

		B		ΣA
		B1	B2	
A	A1	41,719	47,032	88,751
	A2	42,551	47,743	90,294
	ΣB	84,270	94,775	179,045

En la Tabla # 33 se presenta el resumen del Análisis de Varianza (ANOVA) del contenido proteína de los tratamientos.

Tabla # 33 Resumen del Análisis de Varianza (ANOVA) del Contenido de Proteína

FV	GI	SC	CM	Fc	** Ft (0,01)
Total	11	9,519			
Tratamientos	3	9,396	3,132	203,707	7,590
Diámetro orificio (A)	1	0,198	0,198	12,878	11,260
Mezcla de chocho y maíz (B)	1	9,196	9,196	598,114	11,260
Interacción A*B	1	0,001	0,001	0,065	11,260
Error Experimental	8	0,123	0,015		

**Significativa al 1% de probabilidad por la prueba F.

- Existe diferencia significativa entre los tratamientos.
- El diámetro de orificio de los dados tiene incidencia significativa sobre el contenido de proteína.
- La mezcla chocho-maíz tiene incidencia significativa sobre el contenido de proteína del extruido.
- No existe dependencia entre el comportamiento de los factores, o sea el factor A no depende de los niveles del factor B y el factor B no depende de los niveles del factor A.

$$CV = \frac{\sqrt{CM_e}}{Y} = 0.821\%$$

$$Sy = \sqrt{\frac{CM_e}{n}} = 0,061$$

$$T = Q_{\alpha, \rho, v} \times Sy = 6,20 \times 0,061 = 0,3782$$

En la Tabla # 34 se muestra el contenido de proteína de los tratamientos.

Tabla # 34 Contenido de proteína de los tratamientos.

Tratamientos	Contenido de proteína (g/100g)
A2B2	15,914 a
A1B2	15,677 a
A2B1	14,184 b
A1B1	13,905 b

Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí al

1% de probabilidad por la prueba de Tuckey.

- Los tratamientos A2B2 y A1B2 estadísticamente son iguales entre sí y diferentes estadísticamente de los tratamientos A2B1 y A1B1.
- Los tratamientos A2B1 y A1B1 estadísticamente son iguales entre sí.
- Se puede escoger el tratamiento A2B2 o A1B2 por tener el mayor contenido de proteína y ser estadísticamente iguales entre sí.

6.3.3 Humedad a la salida del extrusor

Planteamiento de las Hipótesis para la variable Humedad a la salida de la extrusión

Tratamientos:

Ho = No existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Ha = Existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Factor A:

Ho = No existe incidencia del diámetro de orificio de los dados sobre la humedad del extruido después de la extrusión.

Ha = Existe incidencia del diámetro de orificio de los dados sobre la humedad del extruido después de la extrusión.

Factor B:

Ho = No existe incidencia de la mezcla chocho y maíz sobre la humedad del extruido después de la extrusión.

Ha = Existe incidencia de la mezcla chocho y maíz sobre la humedad del extruido después de la extrusión.

Combinación Factor A y B:

Ho = El comportamiento de un factor no depende de los niveles del otro factor sin evidenciar una dependencia entre factores que incida sobre la humedad después de la extrusión.

Ha = El comportamiento de un factor depende de los niveles del otro factor evidenciando una dependencia entre factores que incide sobre la humedad después de la extrusión.

En la Tabla # 35 se indica la humedad de cada uno de los tratamientos con sus tres repeticiones.

Tabla # 35. Humedad (g/100g)

Tratamientos	Repeticiones (g/100g)			Total
	1	2	3	
A1B1	8,42	8,32	8,41	25,150
A1B2	8,75	8,74	8,52	26,010
A2B1	9,44	9,82	9,24	28,500
A2B2	10,02	9,96	9,92	29,900
Global				109,560

En la Tabla # 36 se muestra la sumatoria total para los factores A y B de la variable humedad de los tratamientos después de la extrusión.

Tabla # 36. Auxiliar para totales de factores A y B

		B		ΣA
		B1	B2	
A	A1	25,15	26,01	51,16
	A2	28,5	29,9	58,4
	ΣB	53,65	55,91	109,56

En la Tabla # 37 se presenta el resumen del Análisis de Varianza (ANOVA) del contenido de humedad de los tratamientos después de la extrusión.

Tabla # 37. Resumen del Análisis de Varianza (ANOVA) del contenido de humedad de los tratamientos después de la extrusión.

FV	Gl	SC	CM	Fc	**Ft (0,01)
Total	11	5,037			
Tratamientos	3	4,818	1,606	58,67	7,59
Diámetro orificio (A)	1	4,368	4,368	159,56	11,26
Mezcla de chocho y maíz (B)	1	0,426	0,426	15,56	11,26
Interacción A*B	1	0,024	0,024	0,88	11,26
Error Experimental	8	0,219	0,027		

**Significativa al 1% de probabilidad por la prueba F.

- Existe diferencia significativa entre los tratamientos.
- El diámetro de orificio de los dados tiene incidencia significativa sobre la humedad del extruido después de la extrusión.
- La mezcla chocho-maíz tiene incidencia significativa sobre la humedad del extruido después de la extrusión.
- No existe dependencia entre el comportamiento de los factores, o sea el factor A no depende de los niveles del factor B y el factor B no depende de los niveles del factor A.

$$CV = \frac{\sqrt{CM_e}}{Y} = 1.80\%$$

$$Sy = \sqrt{\frac{CM_e}{n}} = 0,082$$

$$T = Q_{\alpha,p,v} \times S_y = 6,20 \times 0,082 = 0.5084$$

En la Tabla # 38 se muestra la humedad de los tratamientos.

Tabla # 38. Humedad de los tratamientos.

Tratamientos	Contenido de humedad (g/100g)
A2B2	9,97 a
A2B1	9,50 a
A1B2	8,67 b
A1B1	8,38 b

Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí al

1% de probabilidad por la prueba de Tuckey.

- Los tratamientos A2B2 y A2B1 estadísticamente son iguales entre sí y diferentes estadísticamente de los tratamientos A1B2 y A1B1.
- Los tratamientos A1B2 y A1B1 estadísticamente son iguales entre sí.
- Se puede escoger el tratamiento A1B1 o A1B2 por tener el menor contenido de humedad y ser estadísticamente iguales entre sí. Una menor humedad del producto después del extrusor da como resultado una mejor crujencia, además, a menor humedad después de la extrusión, se requiere menor tiempo de secado posterior.

Para escoger el mejor tratamiento se realizó una ponderación priorizando el grado de expansión, con los siguientes valores según su importancia:

- Grado de Expansión: 3

- Contenido de Proteína: 2
- Humedad: 1

En la Tabla # 39 se muestra la calificación obtenida por cada tratamiento de acuerdo a la ponderación realizada de acuerdo a la importancia de cada variable.

Tabla # 39. Ponderación de los tratamientos de acuerdo a la importancia de las variables.

VARIABLES	TRATAMIENTOS			
	A1B1	A2B2	A1B2	A2B2
Grado de Expansión	3	0	0	0
Contenido de Proteína	0	2	2	0
Humedad	1	0	1	0
TOTAL	4	2	3	0

El tratamiento que obtuvo el mayor puntaje después de la ponderación fue el tratamiento A1B1, por lo que fue escogido como el mejor tratamiento.

6.4 Conclusiones del diseño experimental

Fue escogido el tratamiento A1B1 el cual tiene una mezcla de 20% de chocho y 80% de maíz y fue extruido con 2 dados de 4 mm, teniendo el mayor grado de expansión y menor humedad. Este tratamiento cumple con el objetivo de encontrar el tratamiento que tenga el mayor grado de expansión con la mayor cantidad de proteína posible.

Diseño Experimental para el Secado del Chocho Desamargado

6.5 Objetivo

- Encontrar un tiempo de secado que permita alcanzar una humedad estadísticamente igual a la del testigo.

6.6 Procedimiento

Se utilizó un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA) con tres tratamientos comparados con un testigo y con tres repeticiones.

- Tratamiento 1 (T1): Secado a 70° C a las 4 horas.
- Tratamiento 2 (T2): Secado a 70° C a las 5 horas.
- Tratamiento 3 (T3): Secado a 70° C a las 6 horas.
- Testigo (Gritz de Maíz): sin tratamiento

Se escogió como testigo el Gritz de maíz ya que el objetivo era lograr que tanto el chocho como el griz de maíz tuvieran igual humedad en el momento de mezclarlos.

La variable a medir en los 3 tratamientos y el testigo fue:

- Humedad: Método AOAC 925.10.

Planteamiento de las Hipótesis:

Tratamientos:

Ho = No existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Ha = Existen diferencias significativas entre los tratamientos o al menos uno de ellos es diferente.

6.7 Resultados

En la Tabla # 40 se muestra la humedad después del secado de cada uno de los tratamientos con sus tres repeticiones.

Tabla # 40. Humedad después del secado (g/100g)

Tratamientos	Repeticiones (g/100g)			Total
	1	2	3	
T1	25,65	27,87	24,78	78,300
T2	20,34	19,89	19,75	59,980
T3	14,69	15,23	14,79	44,710
Testigo (Gritz de Maíz)	13,15	13,35	13,23	39,730

En la Tabla # 41 se presenta el resumen del Análisis de Varianza (ANOVA) de la humedad de los tratamientos.

Tabla # 41. Resumen del Análisis de Varianza (ANOVA) de la humedad de los tratamientos.

FV	Gl	SC	CM	Fc	**Ft(0,01)
Total	11	307,086			
Tratamientos	3	301,633	100,544	147,51	7,59
E. Experimental	8	5,453	0,682		

** Significativo al 1% de probabilidad por la prueba F.

- Existe diferencia significativa entre los tratamientos.

$$CV = \frac{\sqrt{CM_e}}{Y} = 11.47\%$$

$$Sy = \sqrt{\frac{CM_e}{n}} = 0,4129$$

$$T = Q_{\alpha,p,v} \times Sy = 4,53 \times 0,4129 = 1,87$$

En la Tabla # 42 se muestra la humedad de los tratamientos.

Tabla # 42. Humedad de los tratamientos (g/100g).

Tratamientos	Contenido de humedad (g/100g)
T1	26,1 a
T2	19,99 b
T3	14,90 c
Testigo	13,24 c

Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí al

1% de probabilidad por la prueba de Tuckey.

- Los tratamientos T1 y T2 fueron estadísticamente diferentes entre sí, y diferentes al T3 y testigo.
- El tratamiento T3 y el testigo fueron estadísticamente iguales entre sí.
- Se escogió el tratamiento T3 por ser estadísticamente igual al testigo.

6.8 Conclusión del Diseño Experimental

- Se escogió el tratamiento T3 con tiempo de secado de 6 horas a 70° C ya que con este tratamiento se obtuvo menor humedad y se cumplió con el objetivo de lograr un contenido de humedad igual a la del testigo.

Diseño Experimental para el Secado después de la extrusión

6.9 Objetivo

- Encontrar un tiempo de secado que permita alcanzar una humedad estadísticamente igual a la del testigo.

6.10 Procedimiento

Se utilizó un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA) con tres tratamientos comparados con un testigo y con tres repeticiones:

- Tratamiento 1 (T_1): Secado a 70° C por 20 minutos.
- Tratamiento 2 (T_2): Secado a 70° C por 40 minutos.
- Tratamiento 3 (T_3): Secado a 70° C por 60 minutos.
- Testigo (Gudiz): sin tratamiento

Se escogió como testigo el snack Gudiz por ser un snack extruido expandido de crujencia deseada para el producto ChochoCorn y el objetivo era lograr que tengan igual humedad.

La variable a medir en los 3 tratamientos y el testigo fue:

- Humedad: Método AOAC 925.10

Planteamiento de las Hipótesis:

Tratamientos:

H_0 = No existen diferencias significativas entre los tratamientos.

H_a = Existen diferencias significativas entre los tratamientos o al menos uno de ellos es diferente.

6.11 Resultado

En la Tabla # 43 se muestra la humedad después del secado de cada uno de los tratamientos con sus tres repeticiones.

Tabla # 43. Humedad después del secado (g/100g)

Tratamientos	Repeticiones (g/100g)			Total
	1	2	3	
T1	6,641	5,422	6,073	18,136
T2	3,171	3,002	3,014	9,187
T3	2,521	2,900	2,922	8,343
Testigo (Gudiz)	2,056	2,562	2,217	6,835

En la Tabla # 44 se presenta el resumen del Análisis de Varianza (ANOVA) de la humedad de los tratamientos.

Tabla # 44. Resumen del Análisis de Varianza (ANOVA) de la humedad de los tratamientos.

FV	Gl	SC	CM	Fc	**Ft(0,01)
Total	11	27,023			
Tratamientos	3	26.026	8,68	69.44	7,59
Error Experimental	8	0,997	0,125		

** Significativo al 1% de probabilidad por la prueba F.

Existe diferencia significativa entre los tratamientos.

$$CV = \frac{\sqrt{CM_e}}{Y} = 9.98\%$$

$$Sy = \sqrt{\frac{CM_e}{n}} = 0,177$$

$$T = Q_{\alpha,p,v} \times Sy = 4,53 \times 0,177 = 0,800$$

En la Tabla # 45 se muestra la humedad de los tratamientos.

Tabla # 45. Humedad de los tratamientos (g/100g).

Tratamientos	Contenido de humedad (g/100g)
T1	6.045 a
T2	3.062 b
T3	2.781 b
Testigo	2.278 b

Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí al

1% de probabilidad por la prueba de Tuckey.

- El tratamiento T1 es estadísticamente diferente a todos los demás tratamientos.
- Los tratamientos T2, T3 y testigo son estadísticamente iguales entre sí.
- Se puede escoger entre el tratamiento T2 y T3 porque son iguales entre sí y cumplen con el objetivo de tener una humedad estadísticamente igual a la del testigo.

6.12 Conclusión del Diseño Experimental

- Se escogió el Tratamiento 2 con tiempo de secado de 40 minutos a 70° C ya que con este tratamiento se logró un producto con una humedad igual a la del testigo que sensorialmente tiene una buena crujencia y porque a menor tiempo de secado, mayor ahorro de energía.

CAPITULO VII

Estudio de Mercado

7.1 Objetivos:

- Saber si los consumidores compran snacks de sal y con que frecuencia.
- Investigar que tanto les preocupa a los consumidores el valor nutritivo de los snacks que consumen.
- Averiguar si relacionan la mezcla de una leguminosa y un cereal como una combinación nutritiva.
- Saber si los consumidores estarían dispuestos a consumir nuestro snack y con que frecuencia.
- Conocer el precio que los consumidores estarían dispuestos a pagar por la presentación personal (30g) de este producto.
- Identificar los lugares donde el consumidor preferiría encontrar el producto.

7.2 Procedimiento

El estudio de mercado se realizó a adolescentes, jóvenes y adultos potenciales consumidores del producto. Primeramente se realizaron 50 encuestas a los potenciales consumidores para poder determinar el tamaño de la muestra de mercado por medio de la fórmula (Baca, 2001):

$$n = \left(\frac{Z \times S}{k} \right)^2$$

n = tamaño de la muestra buscado

Z= nivel de confianza 95% = 1.96

S= desviación estándar de la muestra

K= error del muestreo

$$n = \left(\frac{1.96 \times 1.4}{0.2} \right)^2$$

$$n = 195$$

Anexo # 10. Tamaño de Muestra

Se realizaron 200 encuestas a adolescentes (14 a 18 años), jóvenes (19 a 25 años) y adultos (26 a 45 años). Del total de encuestas realizadas el 53 % fueron mujeres y el 47% hombres. El formato de la encuesta realizada se encuentra en el Anexo # 11. Encuesta de mercado.

Las encuestas para adolescentes se realizaron en el Colegio Andino y Colegio San Francisco de Sales. Las encuestas de los jóvenes se realizaron en la Universidad San Francisco de Quito. Finalmente, los adultos fueron encuestados en las afueras del Supermaxi de Tumbaco y Cumbayá. El estrato económico encuestado fue medio y alto.

7.3 Resultados:

Rango de Edad de Consumidores

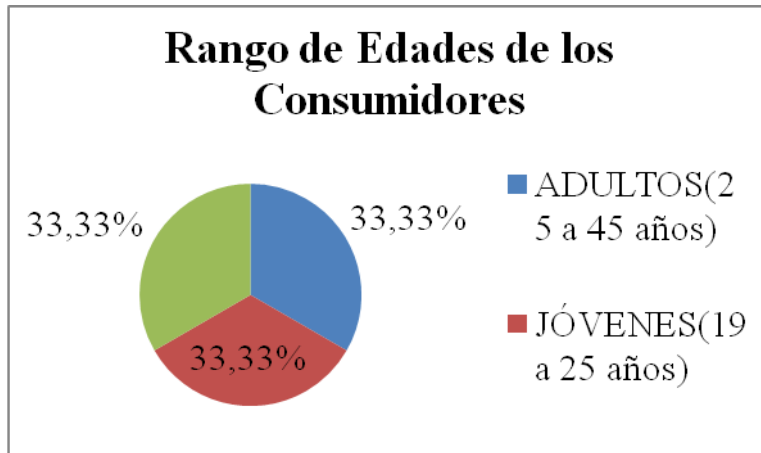


Figura #. 1 Rango de edad de los consumidores

División de Consumidores por el género.

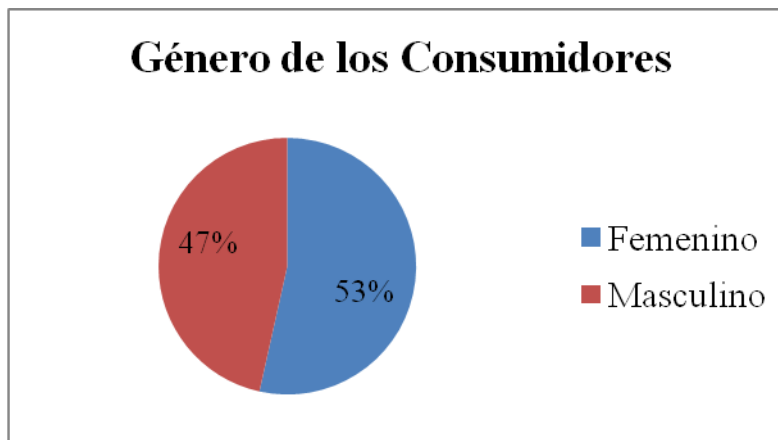


Figura #. 2 Género de los consumidores

Pregunta 1. Frecuencia de Consumo de Snacks de Sal.

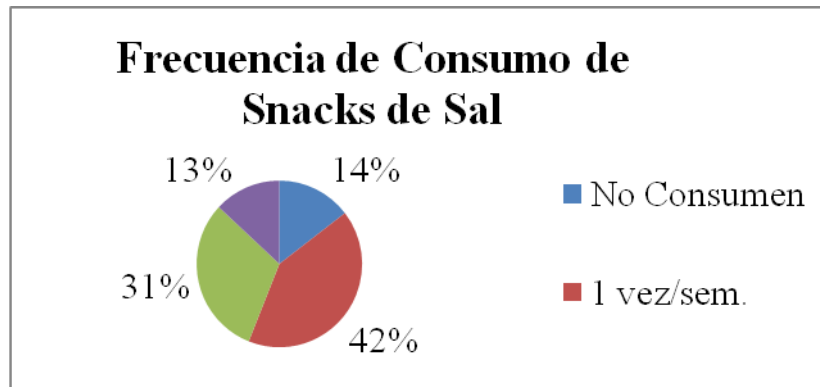


Figura #. 3 Frecuencia consumo de snacks de sal

De acuerdo al figura No. 3, el 86 % de las personas encuestadas si consumen snacks de sal y la mayoría, que corresponde al 42%, los consumen una sola vez por semana.

Pregunta 2. Preocupación por el valor nutricional de los snacks de sal.

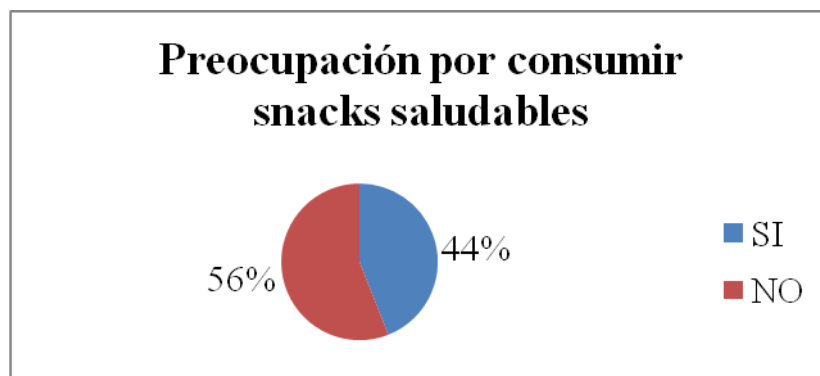


Figura #. 4 Preocupación por el valor nutricional de los snacks de sal

La Figura #. 4 muestra que el 56% de los encuestados no se preocupa por el valor nutricional de los snacks de sal que consumen.

Preocupación por el valor nutricional de los snacks de sal según el rango de edades.

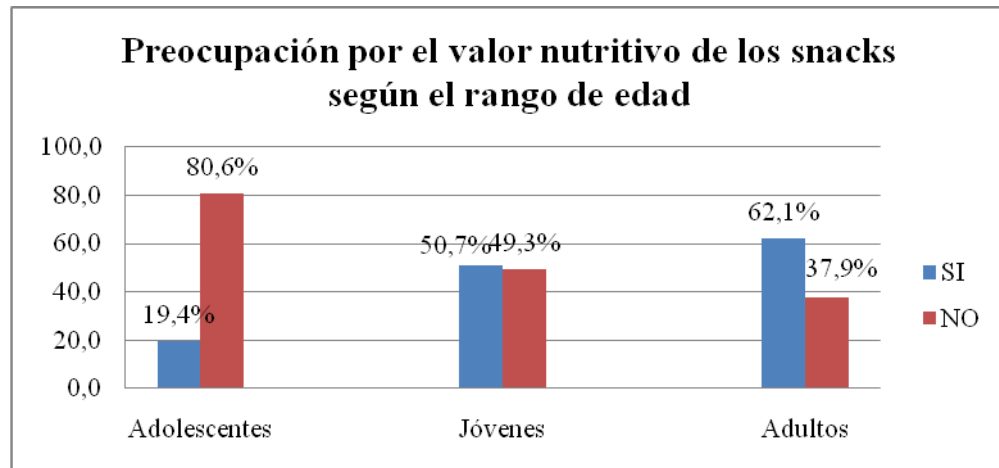


Figura # 5 Preocupación valor nutricional del snacks de sal según rango edades

Según la figura No. 5, si se preocupan por el valor nutritivo de los snacks que consume el 19,4% de los adolescentes, el 50,7% de jóvenes y el 62,1% de los adultos.

Pregunta 3. Consumo de Chocho por los consumidores

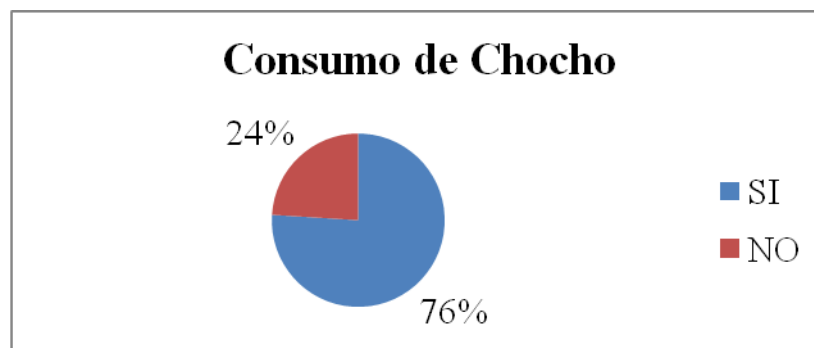


Figura #. 6 Consumo de chocho

Según la figura #. 6, el 76% de los encuestados si consumen chocho.

Pregunta 4. Conocimiento de los consumidores de que la mezcla cereal/leguminosa es una combinación nutritiva.

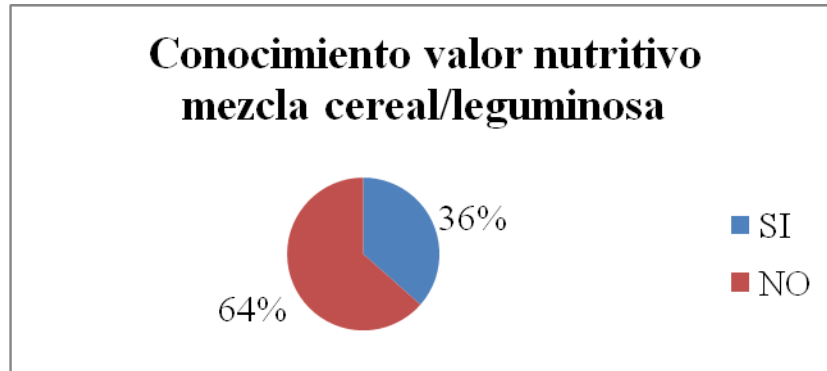


Figura #. 7 Conocimiento del valor nutritivo de la mezcla cereal/leguminosa

La figura #.7 muestra que el 64% de los encuestados no conocen que la mezcla de un cereal como el maíz y una leguminosa como el chocho son una mezcla nutritiva.

Pregunta 5. Frecuencia con que consumirían el snack de sal de chocho y maíz.

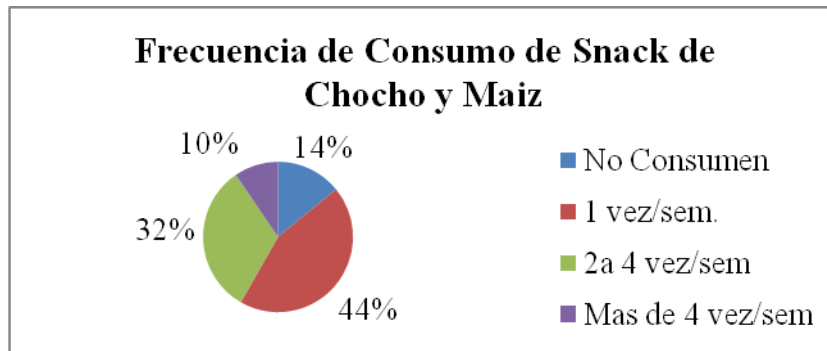


Figura #. 8 Frecuencia que consumirían el snack de chocho y maíz.

La Figura #. 8 muestra que el 86% de los encuestados consumirían el snack de chocho y maíz y la mayoría, que corresponde al 44%, los consumirían una sola vez por semana.

Frecuencia de consumo del snack de chocho y maíz según rango de edades.

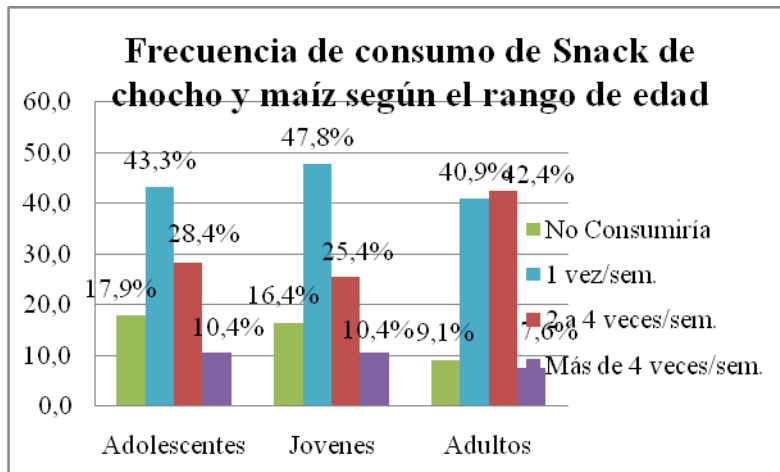


Figura # 9 Frecuencia de consumo del snack de chocho y maíz según rango edades.

La Figura # 9 muestra que alrededor del 40 al 50% de los adolescentes, jóvenes y adultos consumirían este snack 1 vez por semana; además, entre el 25 y 28 % de adolescentes y jóvenes respectivamente, consumirían de 2 a 4 veces por semana, mientras que los adultos un 42%. Finalmente alrededor del 10% de cada grupo consumiría este snack más de 4 veces por semana.

Pregunta 6. El precio que estarían dispuestos a pagar los consumidores.

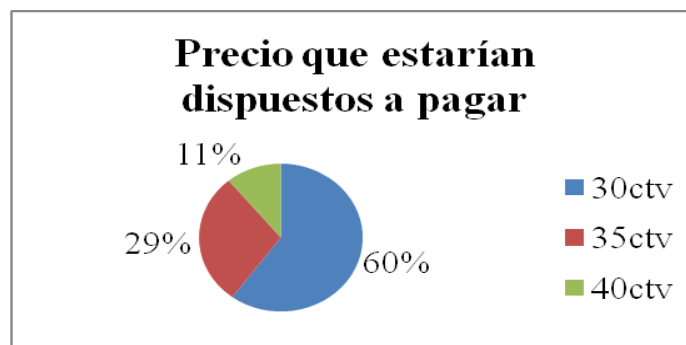


Figura # 10 Precio que estarían dispuestos a pagar

Según la Figura # 10, el 60% de los encuestados están dispuestos a pagar 30 centavos de dólar por la presentación de 30g del snack de chocho y maíz.

Pregunta 7. Los puntos de venta donde les gustaría a los consumidores encontrar el snack de chocho y maíz.

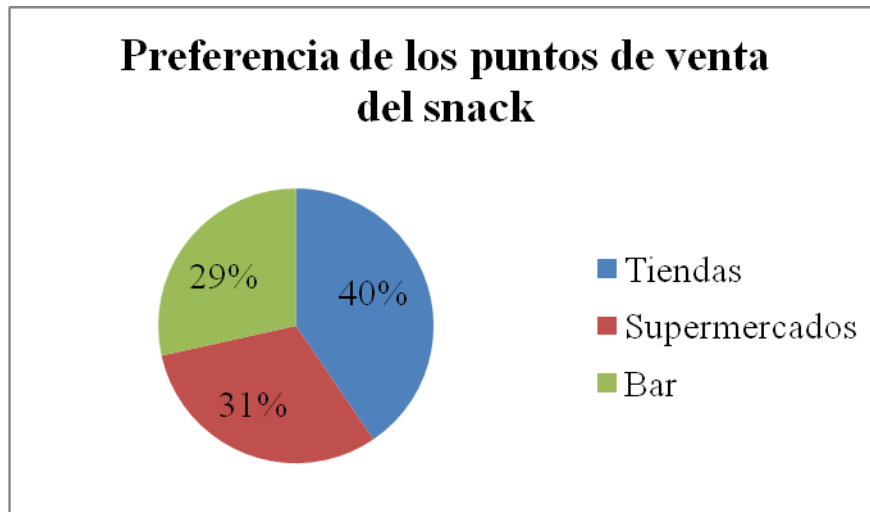


Figura # 11 Preferencia de los puntos de venta del snack de chocho y maíz.

Según la Figura # 11, el 40% de encuestados preferirían encontrar el snack de chocho y maíz en tiendas.

7.4 Conclusiones:

- De la muestra encuestada el 86% consume snacks de sal al menos 1 vez por semana.
- La mayoría de los adolescentes no le dan importancia al valor nutritivo de los snacks de sal que consumen; por el otro lado, más de la mitad de los jóvenes y adultos se preocupan por ingerir snacks nutritivos. Por lo tanto, el snack de chocho

y maíz debe ser atractivo y sensorialmente aceptable para que llame la atención de los adolescentes que no le dan importancia a la ventaja nutricional que este ofrece.

- Debido a que la mayoría de personas encuestadas consume chocho, la elaboración de un snack hecho a base de chocho y maíz sería factible ya que si la gente consume chocho, hay una amplia posibilidad de que consuman un snack hecho con el mismo.
- Para realizar la estrategia de marketing, debido a la falta de conocimiento por parte de los consumidores, es necesario hacer énfasis en la ventaja nutritiva que la combinación cereal/leguminosa aporta al snack.
- La mayoría de adolescentes, jóvenes y adultos consumirían el producto una vez por semana; y, un porcentaje considerable los mismos lo consumiría de 2 a 4 veces por semana. A pesar de que a los adolescentes no les llama la atención el consumir un snack nutritivo, siguen siendo consumidores frecuentes de snack.
- El snack de chocho y maíz puede tener mercado en los tres grupos encuestados. Sin embargo, nuestro grupo meta son los jóvenes porque se preocupan del valor nutricional de los snacks que consumen y son habituales consumidores.
- El precio al que el producto debería comercializarse es de 30 centavos la presentación de 30g. Sin embargo, se espera que con mayor información de la ventaja nutritiva de este snack se pueda aumentar el precio ya que los resultados

reflejan que existe un tercio de encuestados que están dispuestos a pagar 35 centavos por el mismo.

- El snack de chocho y maíz debe encontrarse a la venta en tiendas, supermercados, bares de colegios y universidades ya que no existe mayor diferencia en la preferencia de los consumidores por estos tres puntos de venta.

CAPITULO VIII

Análisis sensoriales y estudio de aceptabilidad

8.1 Objetivos

- Analizar la preferencia del snack de los 3 prototipos CHOCHOCORN con consumidores en la ciudad de Quito.

8.2 Procedimiento:

Se empleó un método hedónico para conocer la preferencia global de los consumidores entre tres muestras de ChohoCorn que tenían como única fuente de variación el sabor: natural, limón y picante. Se utilizó una prueba de ordenamiento según la preferencia de los consumidores. Esta prueba es usada si se desea conocer si los jueces prefieren una cierta muestra sobre otras y se les pide a los jueces que digan cuál de las muestras prefieren. (Anzaldúa, 2005)

El estudio sensorial fue realizado en la Universidad San Francisco de Quito, Campus Cumbayá. (Anexo # 12. Características de los encuestados).

El cuestionario del análisis sensorial constó de 3 partes, la primera evaluaba la preferencia de los productos; la segunda, la percepción que tienen los consumidores de su snack ideal atendiendo a los sabores Natural – Picante – Limón y la tercera, la aceptación de compra del producto. En la primera parte de la encuesta, se pidió a los jueces consumidores que prueben las tres muestras de izquierda a derecha y que ordenaran según su nivel de preferencia, identificando con 1 el que más prefieren y 3 el que menos prefieren. Autores recomiendan incluir en las instrucciones el orden en el que los jueces prueben la muestras,

ya que algunos alimentos dejan impresiones en la boca, olfato y esto puede interferir con la apreciación de la segunda muestra probada (Anzaldúa, 2005). Por esta razón, para evitar sesgos en las respuestas de los consumidores, las muestras en estudio se colocaron en un orden constante: probaron primero el sabor natural luego el picante y finalmente el de limón, atendiendo a la intensidad en la permanencia del regusto que presentaban los productos evaluados y para evitar que los sabores residuales afecten la decisión de los entrevistados, además se les pidió que entre muestra y muestra utilicen como vehículo al agua (Anzaldúa, 2005).

En la segunda parte del cuestionario, se pidió a los consumidores que ordenen de acuerdo al grado de preferencia de sabor para su snack hipotético ideal. Con objetivo de comparar los tres sabores del snack ChochoCorn con la percepción que tienen los consumidores de un snack ideal atendiendo a los sabores natural, picante y limón. En la planilla al mencionar los sabores se presentaron en tres arreglos y de forma balanceada. El orden de los sabores en las encuestas debe ser balanceado ya que la posición puede influenciar en la elección de los jueces consumidores, de esta forma, se evita obtener resultados incorrectos (Chambers y Baker, 2005).

Finalmente, para evaluar el nivel de disposición de compra del producto se utilizó una prueba de aceptación, la misma que evalúa el deseo del consumidor para adquirir el producto (Anzaldúa, 2005). En la encuesta se consultó al entrevistado la intención de compra del snack del sabor de su preferencia luego de degustar los tres productos. Esta respuesta corresponde al deseo de compra de los tres productos desarrollados en este proyecto.

Para el análisis estadístico de los resultados se utilizaron el Método de Ordenamiento por Rangos y el método estadístico del Índice R .

El Método de Ordenamiento por Rangos involucra la suma de rangos para el análisis de datos ordinales y pretende discernir aquellas muestras que son “superiores” o “inferiores” a otras muestras; así como también, establecer si existe diferencia significativa entre las muestras (Pedrero,1997). Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó un α de 1%.

El Método Estadístico del Índice R es una de las metodologías más importantes utilizadas en el área sensorial y de mercadeo para probar y medir el efecto del producto; sin embargo, en el Ecuador no hay una alta difusión de la utilización del Índice R . A pesar de no haber mucha literatura para este análisis estadístico, el reconocimiento del profundo origen teórico del Índice R y la disponibilidad de los análisis estadísticos del mismo promueven el resurgimiento del interés en el uso del Índice- R en investigaciones sensoriales y de consumo. Además la validación y méritos del Índice R se basan en la estrecha relación con la prueba U de Mann-Whitney-Wilcoxon (MWW) y la curva ROC (Característica Operativa del Receptor). El establecimiento de la estadística de MWW ha marcado el comienzo de las estadísticas modernas no paramétricas. El Índice R es la estimación de la probabilidad de que un producto A comparado con un producto B tenga mayor preferencia, intención de compra o intensidad sensorial. Los motivos primordiales para promover el uso el Índice R son tres: el primero, por ser una de las más poderosas pruebas estadísticas no paramétricas y en caso de usar el índice R por la prueba T para datos de rangos la gran posibilidad de perder eficiencia es pequeña mientras que la posibilidad de ganar eficiencia es leve mientras que el aumento de eficiencia es alto. Segundo, el Índice- R es más robusto y se basa en una escala ordinal y no en una de intervalos. El Índice- R es estadísticamente más

válido que la estadística de la t student en el tratamiento de rangos ya que el primero se basa en la fuente de información ordinal (Jian, 585).

8.3 Resultados

8.3.1 Resultados de la primera parte analizados por el método de ordenamiento por rangos.

Los datos a analizar son de la pregunta 1 de la encuesta (Anexo # 13)

Tabla # 46. Resultados de preferencia del snack ChochoCorn. Pregunta 1. N = 60

Orden de Preferencia	Natural	Picante	Limón
Primero	19	20	21
Segundo	23	13	24
Tercero	18	27	15

Tabla # 47. Resultados de la suma de rangos. Pregunta 1 N= 60.

	Muestras		
	A Natural	B Picante	C Limón
Suma de rangos	119^a	127^a	114^a

Para el análisis de estos resultados se utiliza la Tabla G2 (Pedrero, 239) mostrada en el Anexo # 14, en donde se obtienen los valores críticos para ordenación por rangos. En este caso la diferencia absoluta crítica para 60 jueces y 3 muestras es 34 con 1% de nivel de significancia. Estos valores se comparan con la diferencia absoluta entre la suma de rangos de cada muestra (Pedrero, 146).

$$A - B = | 119 - 127 | = 8 < 34$$

$$A - C = | 119 - 114 | = 5 < 34$$

$$B - C = | 127 - 114 | = 13 < 34$$

Todas las sumas de rangos son menores a 34 que es la diferencia absoluta crítica, por lo tanto, las muestras no son significativamente diferentes con 1% de nivel de significancia. Sin embargo, el sabor con una preferencia es el sabor a limón. Para saber si era necesario encuestar más consumidores se realizó una tabla donde se tenía como base los resultados de los 60 jueces y se comprobó que si desde el juez 61 al 80 todos tenían preferencia por el mismo sabor, todavía no se encontraba que las muestras eran significativamente diferentes con el 1% de significancia, a pesar de que la suposición de decisión de los 20 posibles jueces extras era exagerada. Por lo tanto, el tamaño de jueces a encuestar quedó en 60.

Los datos a analizar son de la pregunta 2 de la encuesta (Anexo # 13)

Tabla # 48. Resultados de preferencia del snack ideal. Pregunta 2. N = 60

Orden de Preferencia	Natural	Picante	Limón
Primero	18	19	23
Segundo	20	17	23
Tercero	22	24	14

Tabla # 49. Resultados de la suma de rangos del snack ideal. Pregunta 2. N= 60.

		Opciones		
		Natural	Picante	Limón
Suma de rangos		125^a	126^a	109^a

De las tablas G1 y G2 (Pedrero, 1997) presentadas en el Anexo # 14 se obtienen los valores críticos para ordenación por rangos. Cuando existen 60 jueces y 3 muestras, la diferencia absoluta crítica es 34 para 1% de nivel de significancia. Estos valores se comparan con la diferencia absoluta entre la suma de rangos de cada muestra.

$$A - B = | 125 - 126 | = 1 < 34$$

$$A - C = | 125 - 109 | = 16 < 34$$

$$B - C = | 126 - 109 | = 17 < 34$$

Todas las sumas de rangos son menores a la diferencia absoluta crítica, por lo que con 1% de nivel de significancia, no hay diferencia significativa entre los sabores que los consumidores prefieren para un snack ideal. Sin embargo, el sabor que más prefieren es el sabor a limón.

8.3.2 Resultados de la parte 1 analizados por el método estadístico del Índice- R.

Los datos a analizar son de la pregunta 1 de la encuesta (Anexo # 13)

Tabla # 50. Matriz para el cálculo del Índice R.

	3er	2do	1ero	Total Jueces
Natural	18 (a)	23(b)	19 (c)	60(N1)
Picante	27 (d)	13 (e)	20 (f)	60(N2)
Limón	15 (g)	24 (h)	21 (i)	60(N1)3

Las letras a, b, c, d, e, f, g, h, i son los identificadores para la enumeración matemática que partiendo de la matriz se utiliza la fórmula del índice R: (Bi y O'Mahony 2007).

$$R\text{-index} = \frac{\sum_{i=1}^{k-1} b_i \sum_{j=i+1}^k a_j + \sum_{i=1}^k a_i b_i / 2,}{mn.}$$

Se calcula el Índice R por pares de muestras para evaluar si hay diferencia en la preferencia de las muestras Natural y Picante con la siguiente fórmula:

$$IR = \frac{a(e + f) + b(f) + (ad + be + cf)1/2}{N1 * N2}$$

$$IR = \frac{18(13 + 20) + 23(20) + (18 * 27 + 23 * 13 + 19 * 20)1/2}{60 * 60}$$

$$IR_{Nat-Pic} = 0.455 + 50 = 50.455$$

Se calcula el Índice R para la comparación de las muestras Natural y Limón con la siguiente fórmula:

$$IR = \frac{a(h + i) + b(i) + (ag + bh + ci)1/2}{N1 * N3}$$

$$IR = \frac{18(24 + 21) + 23(21) + (18 * 15 + 23 * 24 + 19 * 21)1/2}{60 * 60}$$

$$IR_{Nat-Lim} = 0.529 + 50 = 50.529$$

Se calcula el Índice R para la comparación de las muestras Picante y Limón con la siguiente fórmula:

$$IR = \frac{d(h + i) + e(i) + (dg + eh + fi)1/2}{N2 * N3}$$

$$IR = \frac{27(24 + 21) + 13(21) + (27 * 15 + 13 * 24 + 20 * 21)1/2}{60 * 60}$$

$$IR_{Pic-Lim} = 0.571 + 50 = 50.571$$

De la tabla 1. Valores críticos para el índice R (Anexo # 15). El valor crítico del índice R para un $n= 60$, de dos colas y con un $\alpha= 0.05$ es de 10.1.

$$R_{crítico\ tabla} = 10.1 + 50 = 60.1$$

Todos los Índices R calculados son menores al R crítico de la tabla, por lo tanto con 5% de nivel de significancia no hay diferencia significativa entre la preferencia de los consumidores por el snack ChochoCorn natural, picante y limón. Resultado que confirma que los tres prototipos son preferidos de forma similar.

7.3.3 Resultados de coincidencia entre pregunta 1 y 2

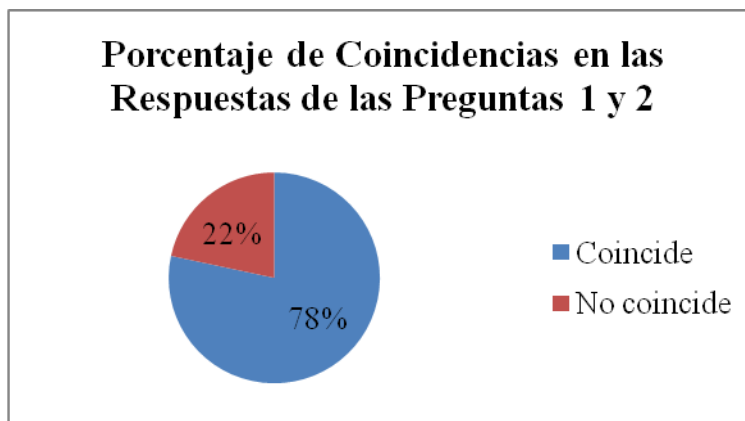


Figura # 12. Porcentaje de coincidencias entre las respuestas de las preguntas 1 y 2.

Se realizó este análisis de coincidencia entre la pregunta 1 y 2 para saber si el sabor de la preferencia del snack ChochoCorn de los jueces cumplió con sus expectativas del sabor de su snack ideal. El 78% de los encuestados coincidió en su respuesta del sabor que más les gusto de la muestra del snack ChochoCorn y el sabor de su snack ideal, es decir, que el sabor de su preferencia de ChochoCorn cumplió con sus expectativas de sabor de snack ideal. El 22% restante, no coincidió en sus respuestas, es decir, el sabor de snack Chochocorn que más les gustó no es el mismo sabor que ellos prefieren en un snack.

8.3.4 Resultados de aceptación de la pregunta 3.

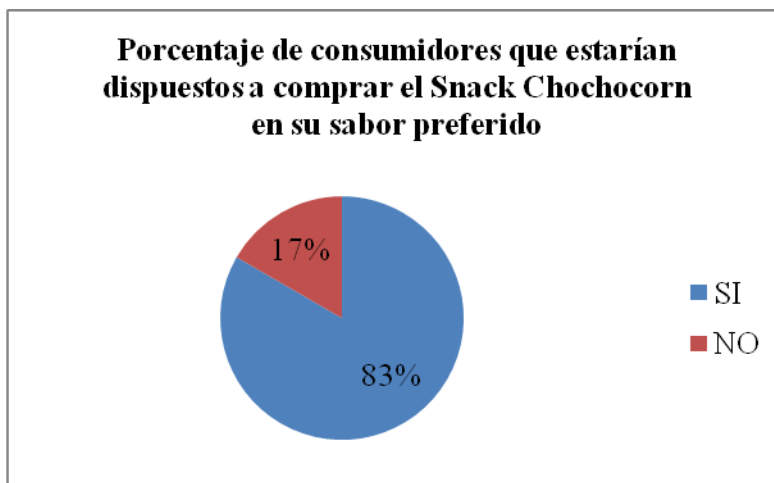


Figura # 13. Resultados de la Pregunta de Aceptación del snack Chochocorn

El 83% de los encuestados estarían dispuestos a comprar el snack ChochoCorn en el sabor que eligieron como preferido en la pregunta 1. El hecho que tenga un alto porcentaje de intención de compra se debe a que el producto cumple las expectativas sensoriales de los consumidores encuestados.

8.4 Conclusiones

- Se concluye que no existe diferencia significativa entre la preferencia de los consumidores por los sabores natural, limón y picante por la prueba de Orden por rango (método tradicional de análisis).
- Al analizar los resultados con el método de análisis estadístico del Índice R se concluye que no existe diferencia significativa entre la preferencia de los consumidores por los sabores natural, limón y picante.

- A pesar de no haber diferencia significativa, el sabor que más prefirieron los consumidores es el limón y el picante el que menos prefirieron. De igual forma, el sabor que más prefieren en un snack ideal es el sabor a limón.
- El snack Chochocorn cumple con las expectativas de sabor de un snack ideal de la mayoría (83%) de los encuestados.
- El snack Chochocorn es aceptado por la mayoría de posibles consumidores encuestados los mismos que estarían dispuestos a comprarlo.

CAPITULO IX

Producción Industrial

9.1 Formulación Final

La formulación final de ChochoCorn tiene una mezcla de 20% de chocho y 80% de maíz en base seca. El lote de producción es de 7 kg, en un Extrusor MILTENZ 51-SP de un solo tornillo, que está dentro del rango de cantidad mínima de trabajo para poder estabilizar la extrusión y obtener el producto final. Con este lote de producción se obtiene 5.6 kg de producto terminado después de todo el proceso.

Tabla # 51. Ingredientes para Formulación Final

Ingrediente	Cantidad(kg)	(g/100g)
Mezcla Chocho-Maíz (20% Chocho y 80% de Gritz de Maíz)	6.35	90.16
Agua añadida	0.165	2.34
Sal	0.195	2.77
Saborizante	0.333	4.73
Total	7.043	100

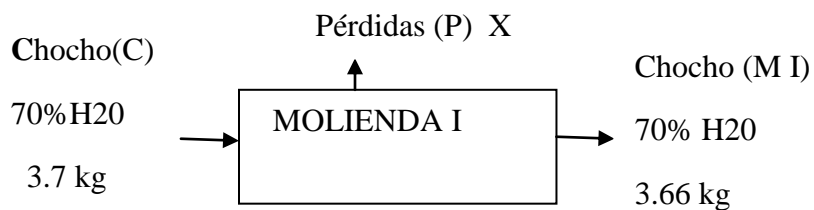
Tabla # 52. Datos de Mezcla 20% Chocho y 80% de Maíz en base seca.

Ingrediente	Humedad (%)		Cantidad en (kg/ base húmeda)	Cantidad en (kg/ base seca)	Porcentaje en base seca (%)
	Inicial	Final			
Chocho Desamargado	70	15	1.29	1.1	20
Gritz de Maíz	13	13	5.06	4.4	80
Total	—	—	6.35	5.5	100

Balance de materiales en cada etapa:

Chocho Desamargado:

Molienda I:



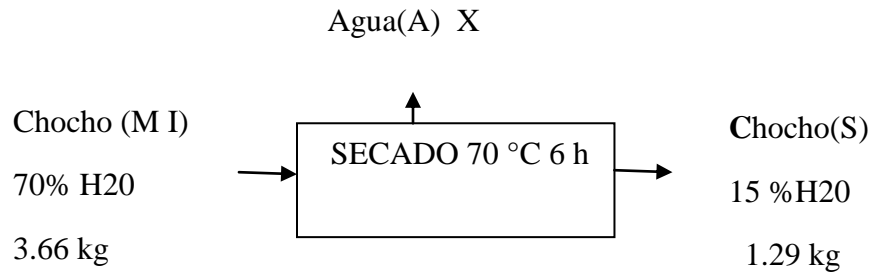
Balance perdidas:

$$C - P = M I$$

$$3.7 \text{ kg} - P = 3.66 \text{ kg}$$

$$P = 0.04 \text{ kg} = 1.1\%(C)$$

Secado:



Balance de Agua:

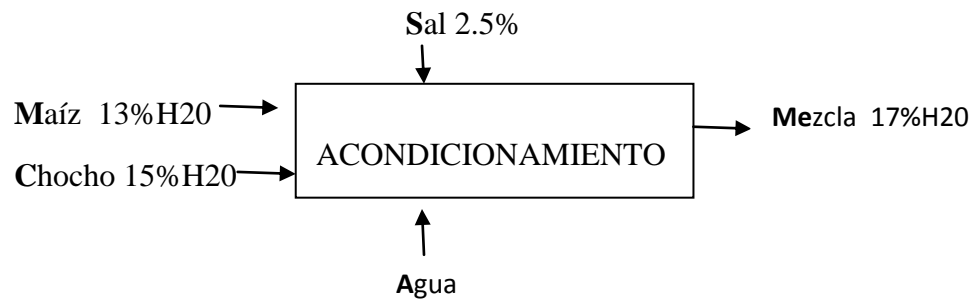
$$M I (0.70) - A (1) = S (0.15)$$

$$3.66 (0.70) - A (1) = 1.29 (0.15)$$

$$A = 2.37 \text{ kg de agua evaporada}$$

Mezclado Acondicionamiento a 17%H₂O:

Balance de Materia:



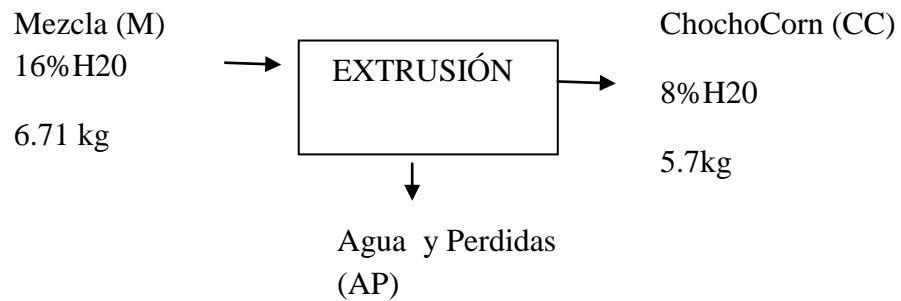
Balance de Agua:

$$M (0.13) + C (0.15) + A (1) + S (0) = Me (0.17)$$

$$5.06 (0.13) + 1.29 (0.15) + A (1) = 6.35 (0.17)$$

$$A = 0.165 \text{ kg de agua añadida}$$

Extrusión



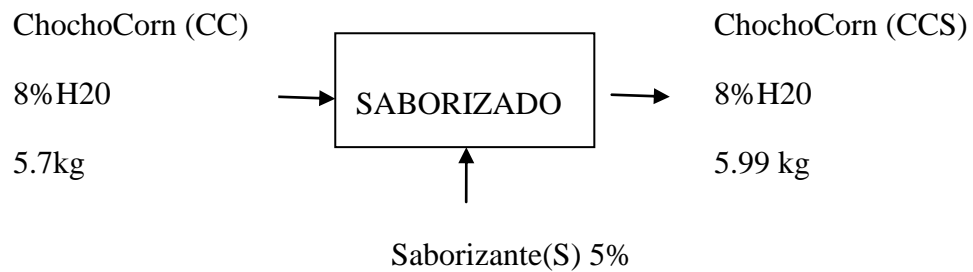
Balance general:

$$M - AP = CC$$

$$6.71 \text{ kg} - AP = 5.7 \text{ kg}$$

$$AP = 1.01 \text{ kg} = 15\% (M)$$

Saborizado



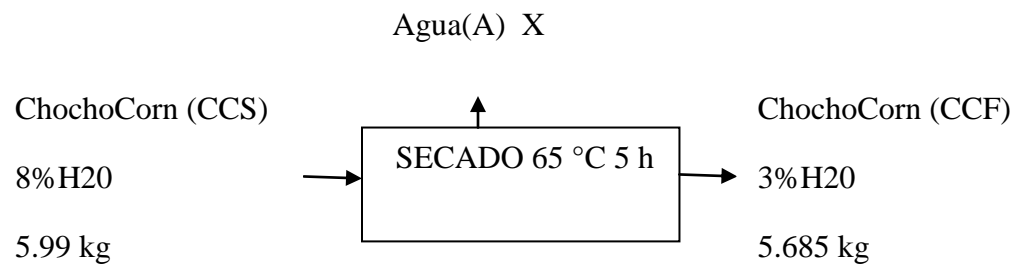
Balance general:

$$CC + S = CCS$$

$$5.7 \text{ kg} + 5.7(0.05) = CCS$$

$$CCS = 5.99 \text{ kg}$$

Secado:



Balance de Agua:

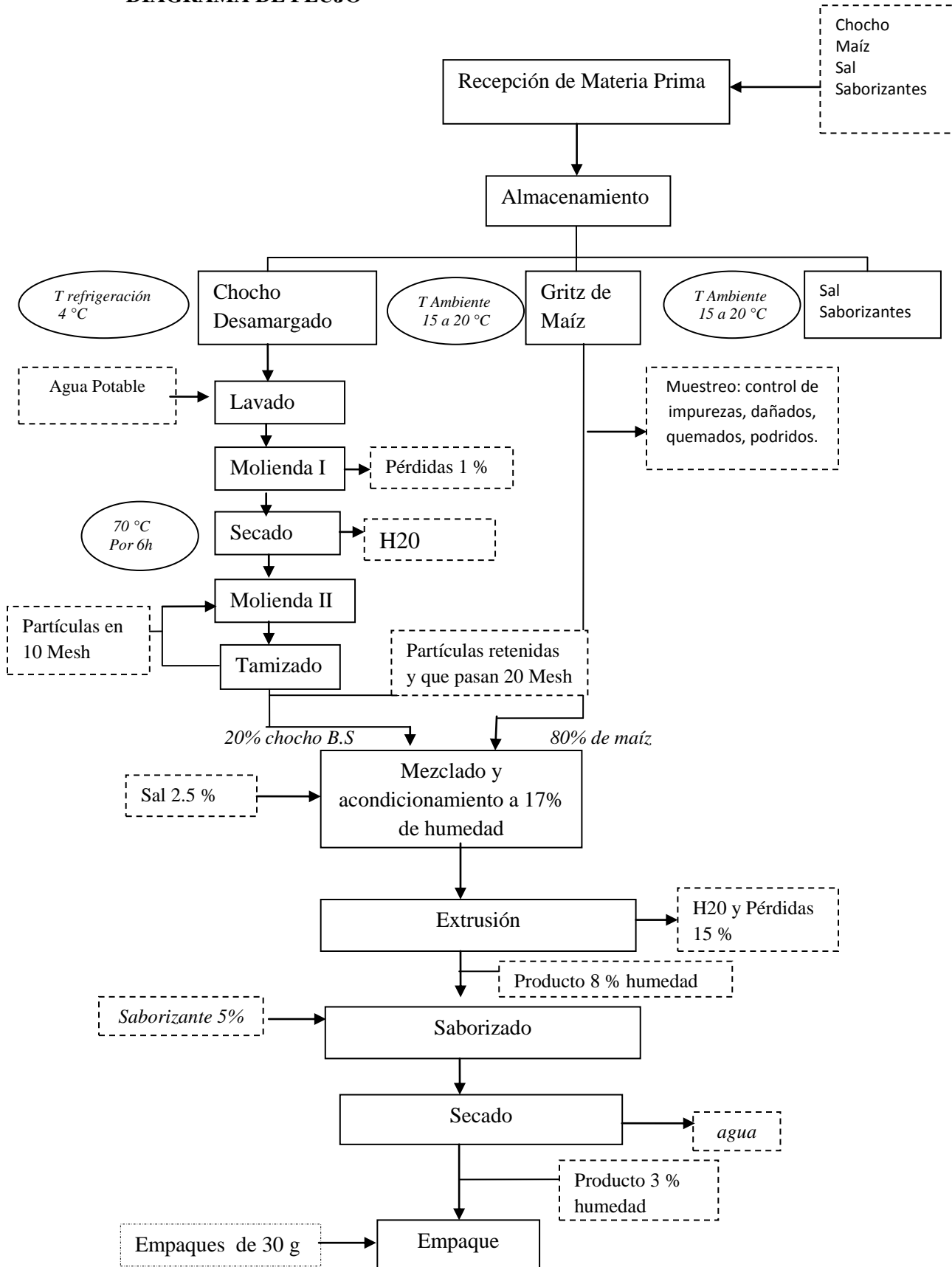
$$\text{CCS (0.08)} - A (1) = \text{CCF (0.03)}$$

$$5.99 (0.08) - A (1) = 5.685 (0.03)$$

$$A = 0.3087 \text{ kg de agua evaporada}$$

9.2 Proceso de Producción

DIAGRAMA DE FLUJO



9.3 Guía de Fabricación

Recepción de materia prima: se reciben las materias primas que incluyen chocho desamargado, gritz de maíz, sal y saborizantes.

Almacenamiento: Se almacena las materias primas. El chocho desamargado se almacena en refrigeración a 4° C mientras que las materias primas como los gritz de maíz, sal y saborizantes se almacenan en una bodega a temperatura ambiente (15 C° a 20C°).

Lavado del chocho: se lava el chocho recibido con agua potable.

Molienda I del chocho: una vez lavado el chocho, se procede a una primera molienda en donde se trocea al chocho para facilitar su proceso de secado.

Secado del chocho: una vez troceado el chocho, se lo seca en un secador de bandejas a una temperatura de 70° C por seis horas hasta lograr un secado homogéneo y una humedad aproximada del 13 al 15%.

Molienda II del chocho: una vez seco el chocho se procede a una segunda molienda para reducir el tamaño de los trozos secos del chocho y lograr un tamaño de partícula similar a los gritz de maíz con el fin de lograr una mezcla homogénea entre ambos materiales.

Tamizado del chocho: se tamiza el producto obtenido de la molienda del chocho hasta lograr que la mayor proporción (más del 80%) se quede retenido en el tamiz de 20 mesh y máximo el 20% quede retenido en el tamiz de 40 Mesh. Aquellos tamaños de partículas que se quedan en el tamiz 10 Mesh vuelven a la molienda II hasta que cumplan el tamaño de partícula requerido.

Tamizado del maíz: se realiza un muestreo del gritz de maíz para eliminar impurezas, partículas dañadas, quemadas y podridas; y, además para verificar que el tamaño de partícula en su mayor proporción (más del 90%) se quede en el tamiz 20 Mesh.

Mezcla y acondicionamiento: posteriormente, se mezcla el chocho desamargado seco (20%) con el gritz de maíz (80%), sal (2.5% de la mezcla) y se acondiciona hasta obtener una mezcla con una humedad del 17%.

Extrusión: se extruye la mezcla controlando las condiciones de presión y temperatura, se utiliza dos dados de 4mm.

Saborizado: una vez que el producto sale de extrusor, se añade los saborizantes en polvo al 5% (sabor a limón y picante) utilizando una mezcladora para una dispersión más homogénea.

Secado: a continuación, se seca el producto ya saborizado en un secador de bandejas a una temperatura de 70° C por 40 minutos, hasta lograr una humedad de alrededor del 3%.

Empaque: se empaqueta el producto terminado en fundas de polipropileno biorientado metalizado laminado en presentaciones de 30g.

Almacenamiento: se almacena el producto terminado en bodegas a temperatura ambiente (15 a 20° C).

9.4 Estudio Económico

El estudio económico de la producción del snack ChochoCorn se estima a partir de un lote de producción, igual a 7 kg (Tabla # 6. Ingredientes para Formulación Final).

9.4.1 Costos de materias primas

Tabla # 53. Costo de las Materias Primas

Materias Primas	Precio Unitario (\$/kg)	Cantidad (kg)	Costo Total (\$)
Chocho Desamargado	2.00	1.29	2.58
Gritz de Maíz	0.56	5.06	2.83
Sal	0.33	0.195	0.064
Saborizantes	4.00	0.333	1.33
Empaque	1(400 empaques)	187 empaques	0.47
TOTAL 187 fundas de 30g			7.27
Costo Total (\$/funda)			0.039

9.4.2 Análisis de precio

Por medio del estudio de mercado se concluyó que el precio del snack ChochoCorn que los consumidores estarían dispuestos a pagar es de 30 centavos por la presentación de 30g.

Tabla # 54. Análisis de Precio

	Producto	Precio (\$/funda30g)	Número de fundas (30g) /lote	Dólares (\$)
Ingreso	ChochoCorn	0.3	187	56.1
Costo producción	ChochoCorn	0.039	187	7.29
Utilidad / lote de producción				48.81

El presente análisis económico está basado solo en los costos de la materia prima y en un lote de producción de 7 kg. Además el precio de venta al público fue establecido comparando con los precios de productos similares disponibles en el mercado y el respectivo análisis de mercado realizado en el capítulo 6. Por lo tanto, si se desearía poner a ChochoCorn al mercado es necesario un estudio de prefactibilidad completo para tomar las decisiones más acertadas.

9.5 Análisis Físico- Químico del Snack de chocho con maíz (ChochoCorn)

9.5.1 Materia primas

a. Chocho

- Químicos:

- Determinación de Humedad:

Tabla # 55. Humedad Promedio del Chocho

Determinación	Resultado			
	1	2	3	Promedio
Humedad (%)	69.8	69.9	70.0	69.9

- Determinación de Alcaloides:

La determinación de alcaloides se realizó mediante el método de Determinación cuantitativa de Alcaloides de Bon Vaer. y col. , 1979. Grano desamargado de Chocho. Requisitos.

Se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%alcaloides = \frac{VH_2SO_4 * NH_2SO_4 * 24.8 * \text{factor de corrección}^*}{Masa de la Muestra}$$

Tabla # 56. Porcentaje de Alcaloides Promedio en el Chocho

Determinación	Resultado		
	1	2	3
Alcaloides	0,023	0,026	0,024

b. Maíz:

- Control de impurezas, quemados por el sol, infestados por insectos.

Tabla # 57. Porcentaje de Impurezas, quemados por el sol e infestados en el Maíz

Determinación	Especificaciones Norma INEN 2 051	Resultado			
		1	2	3	Promedio
Infestados	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Impurezas	Máx. 1%	0.56%	0.61%	0.69%	0.62%
Quemados por el sol y granos de otros colores	Máx. 5%	2.35%	2.68%	3.12%	2.05%

9.5.2 Semi-elaborado

Químico: Humedad de la mezcla de chocho- maíz antes de su extrusión.

Tabla # 58. Humedad Promedio de la Mezcla de Chocho y Maíz

Determinación	Resultado			
	1	2	3	Promedio
Humedad (%)	15.92	16.23	16.34	16.16

9.5.3 Producto terminado

a. Físicos:

- Grado de expansión: resultados del grado de expansión del extruido medido mediante densidad de muestra (g/ml).

Tabla # 59. Grado de Expansión Promedio del Snack ChochoCorn

Determinación	Método	Resultado			
		1	2	3	Promedio
Grado de Expansión	Densidad de muestra (g/ml)	0,785	0,656	0,632	0,690

b. Químicos

Análisis proximal: humedad, proteína, carbohidratos, grasa, ceniza, fibra

Tabla # 60. Análisis Proximal del Snack ChochoCorn

Determinación	Método	Resultados			
		1	2	3	Promedio
Humedad (%)	Método AOAC 925.10	3.770	3.602	3.114	3.495
Proteína (%)	Método AOAC 920.87	13.988	13.686	14.045	13.906
Grasa (%)	Método AOAC 920.85	6.185	5.863	5.956	6.001
Ceniza (%)	Método AOAC923.03	3.259	3.282	3.310	3.284
Fibra Insoluble (%)	Método AOAC 920.86	0.143	0.139	0.144	0.142
Carbohidratos (%)	Diferencia	—	—	—	73.132

c. Análisis Teórico de Aminoácidos

Tabla # 61. Contenido de aminoácidos del Snack ChochoCorn con 20% de Chocho y 80% de Gritz de Maíz en base seca (mg/g total de Nitrógeno)

Aminoácido	Chocho (mg AA/ g total N)	Chocho (mg AA/ 100g chocho)	Maíz (mg AA/g total N)	Maíz (mg AA/ 100g maíz)	20% Chocho	80% Maíz	ChochoCorn (mg AA/100g mezcla)	ChochoCorn (mg AA/g proteína)
Lisina	331	2436,16	179	241,18	487,23	192,94	680,18	48,91
Leucina	449	3304,64	781	1052,29	660,93	841,84	1502,76	108,07
Isoleucina	274	2016,64	250	336,84	403,33	269,47	672,80	48,38
Metionina	47	345,92	87	117,22	69,18	93,78	162,96	11,72
Cistina	87	640,32	0	0,00	128,06	0,00	128,06	9,21
Fenilalanina	231	1700,16	294	396,13	340,03	316,90	656,93	47,24
Tirosina	221	1626,56	28	37,73	325,31	30,18	355,49	25,56
Treonina	228	1678,08	237	319,33	335,62	255,46	591,08	42,51
Triptófano	110	809,60	44	59,28	161,92	47,43	209,35	15,05
Valina	252	1854,72	287	386,69	370,94	309,36	680,30	48,92
Arginina	594	4371,84	262	353,01	874,37	282,41	1156,78	83,19

Se realizó el cálculo teórico de aminoácidos en la mezcla 20% de chocho y 80% de maíz.

La composición de aminoácidos del chocho y maíz en base seca se obtuvo de las Tabla # 2 las mismas que muestran los miligramos de aminoácidos por gramo total de nitrógeno. Para poder conocer la cantidad de aminoácidos presentes en el producto final y compararlo con el patrón recomendado por la FAO mostrado en la Tabla # 58 es necesario transformar de miligramos del aminoácido por gramo total de nitrógeno a miligramos del aminoácido por gramo de proteína en el producto ChochoCorn. De las Tablas # 1 y # 4 se obtiene el porcentaje de proteína del chocho (41-51%) y del maíz (7.68%), respectivamente. Con

estos datos se realiza la conversión obteniendo mg de aminoácidos por 100 gramos de producto. Por ejemplo, se realiza el cálculo para el aminoácido lisina del chocho.

$$\frac{331\text{mg lisina}}{\text{g total de N}} * \frac{1\text{ g N}}{6.25\text{ g proteina}} * \frac{46\text{ g total proteina}}{100\text{ g chocho}} = 2436,16\text{mg lisina /100g chocho}$$

Una vez obtenido este valor, para conocer los miligramos del aminoácido por cada 100g de mezcla, se suma el 20% de los miligramos de aminoácidos presentes en 100g de chocho y el 80% de la cantidad de aminoácidos presentes en 100g de maíz. Finalmente, realiza la conversión de miligramos de aminoácido por 100g de mezcla a miligramos de aminoácido por gramo de proteína utilizando el porcentaje de proteína del producto ChochoCorn (13.906%). El cálculo de los mg de cada aminoácido por gramo de proteína del snack ChochoCorn se muestra en la tabla # 59 valor que es utilizado junto con los requerimientos sugeridos por la FAO para el cálculo del Score Químico.

En la tabla # 58 se muestran los requerimientos sugeridos por la FAO para preescolares, escolares y adultos. La calidad de una proteína está determinada por la comparación de su composición de aminoácidos con los requerimientos de aminoácidos esenciales de niños en edad preescolar. Este estándar se conoce como proteína de referencia. Se usan como referencia los requerimientos de este grupo de edad porque si es que esta proteína puede efectivamente soportar el crecimiento y desarrollo de un niño de esa edad, entonces igualará o excederá los requerimientos de un niño de mayor edad o de un adulto (Whitney y Rolfes, 2008).

Tabla # 62. Necesidades de Aminoácidos sugeridas por la FAO

Aminoácido	Necesidades Requeridas (mg AA/ g proteína)		
	Preescolares (2 a 5 años)	Edad Escolar (10 – 12 años)	Adultos
Histidina	19	19	16
Isoleucina	28	28	13
Leucina	66	44	19
Lisina	58	44	16
Meteonina + cistina	25	22	17
Fenillalanina + tirosina	63	22	19
Treonina	34	28	9
Triptófano	11	9	5
Valina	35	25	13
Total	339	241	127

Tomado de: Robinson, 1991 y Gershwin, 2002

Tabla # 63. Cálculo del Score Químico para cada aminoácido del producto

ChochoCorn

Aminoácidos	ChochoCorn (mg AA/g proteína)	Patrón FAO Preescolares (2 a 5 años) (mg AA/ g proteína)	Score Químico	Patrón FAO Edad Escolar (10 – 12 años)	Score Químico	Patrón FAO Adultos	Score Químico
Isoleucina	48,38	28	1.73	28	1.73	13	3.72
Leucina	108,07	66	1.64	44	2.46	19	5.69

Lisina	48,91	58	0.84	44	1.11	16	3.06
Meteonina + cistina	20,93	25	0.83	22	0.95	17	1.23
Fenilalanina + tirosina	72,80	63	1.56	22	3.31	19	3.83
Treonina	42,51	34	1.25	28	1.52	9	4.72
Triptófano	15,05	11	1.37	9	1.67	5	3.01
Valina	48,92	35	1.40	25	1.96	13	3.76

Una vez realizado el cálculo del perfil de aminoácidos para el producto ChochoCorn se lo compara con las necesidades de aminoácidos sugeridas por la FAO. Se obtuvo el score químico de cada aminoácido dividiendo los miligramos del aminoácido por gramo de proteína del producto ChochoCorn para los miligramos del aminoácido por gramo de proteína sugerido por la FAO para preescolares, edad escolar y adultos. Con el score químico obtenido con el análisis teórico de aminoácidos se observó que el producto ChochoCorn con 20% de chocho y 80% de maíz en base seca sigue teniendo como aminoácidos limitantes a la lisina de acuerdo a las necesidades de los preescolares y meteonina de acuerdo a los requerimientos de los preescolares y escolares. De acuerdo a las necesidades de los adultos, el snack ChochoCorn no tiene aminoácidos limitantes. Estos resultados para validarlos hay que tener en cuenta que faltaría realizar más análisis para determinar realmente la calidad de la proteína ya que los datos obtenidos son solo por un cálculo teórico de aminoácidos.

Las proteínas además de sus características químicas se diferencian por su heterogeneidad. En el caso de las proteínas al final quedan reducidas a 20 aminoácidos que forman parte de las estructuras del organismo. De la variabilidad deriva, así mismo, la diversidad de

funciones que tienen las moléculas proteicas. En base a ello, se ha conceptualizado el significado de calidad proteica, ya que el organismo necesita, en un momento determinado, una cantidad de aminoácidos y en una determinada proporción para atender la síntesis de proteínas específicas del cuerpo humano. Por tanto, la proteína proveniente de los alimentos va a ser de mayor o menor calidad, en base al aporte en mayor o menor grado de los aminoácidos que el organismo demanda (Mataix, 2005)

La calidad de las proteínas depende sobretodo de la digestibilidad del alimento (cantidad de aminoácidos absorbidos) y la composición de aminoácidos, en comparación con una proteína de referencia (ejemplo proteína de la clara del huevo) conocido como fuente de aminoácidos esenciales en las cantidades necesarias para sostener el crecimiento (Byrd-Bredbenner et al., 2010)

Para estimar la calidad de la proteína alimentaria existen distintos índices entre los más destacados están:

- Valor Biológico: se define como el porcentaje de nitrógeno retenido con respecto al absorbido (Mataix, 2005).
- Índice de eficiencia proteica (PER): este compara la magnitud del aumento ponderal en un animal de laboratorio que consume una cantidad estandarizada de proteína en estudio con el aumento de peso de un animal que consume una cantidad estandarizada de una proteína de referencia (Byrd-Bredbenner, 2010).
- Score Químico: este índice parte del supuesto de que la escasa calidad de una proteína depende de su eficiencia relativa en algunos de los aminoácidos esenciales.

De esta forma se determinó el porcentaje de exceso o defecto de los aminoácidos de la proteína problema con respecto a la proteína estándar (Mataix, 2005).

- Coeficiente de digestibilidad: este es porcentaje de proteína (o nitrógeno) absorbida respecto a la ingerida. La digestibilidad de la mayoría de proteínas animales es alta (90 a 99%); las proteínas de las plantas son menos digeribles (70 a 90 por ciento para la mayoría, pero sobre el 90 por ciento para la soya y leguminosas) (Whitney y Rolfes, 2008).
- Calificación de Aminoácidos corregida por la digestibilidad de la proteína (PDCASS): esta calificación se obtiene al multiplicar el score químico de un alimento por su digestibilidad (Byrd-Bredbenner, 2010).

d. Microbiológico

Tabla # 64. Análisis Microbiológico del Snack ChochoCorn

Parámetro Analizado	Resultado	Unidad	Requisito Norma AYO DE BILBAO	Método de Análisis
Aerobios Mesófilos	13 x 10 ¹	UFC/g	10 ⁴	PEE-LASA-MB-20
Levaduras	<10	UFC/g	10 ²	PEE-LASA-MB-04
Hongos	10	UFC/g	10 ²	PEE-LASA-MB-04

En conclusión el producto ChochoCorn cumple con los parámetros microbiológicos de acuerdo a la Norma Sanitaria AYO DE BILBAO Cap. XIII para Cereales expandidos. Norma AYO de Bilbao (Anexo # 16). Tomado de: Moragas, 2008.

9.6 Etiqueta Nutricional

Información Nutricional	
Tamaño de la Porción: 30g Porciones por envase: 1	
Energía(Calorías) 516kj (120cal)	
Energía de grasa(Calorías de Grasa) 74kj(15cal)	
	%Valor Diario*
Grasa Total (2g)	3%
Grasa Saturada (0g)	
Grasa Trans (0g)	
Colesterol (0mg)	0%
Sodio (241mg)	10%
Carbohidratos Totales (22g)	7%
Fibra dietética (4g)	16%
Azúcares (0g)	
Proteína (4g)	8%
Vitamina A 3%	Vitamina C 0%
Calcio 2%	Hierro 5%
*Los porcentajes de valores diarios están basados en una dieta de 2000 calorías. Sus valores pueden ser más altos o más bajos dependiendo de sus necesidades calóricas.	

Los contenidos de Grasa saturada, Vitamina A, Hierro, Calcio y Sodio fueron analizados en los laboratorios Lasa y Multianálityca (Anexo # 17)

La elaboración de la etiqueta nutricional fue realizada según las regulaciones de la Norma INEN Rotulado de productos alimenticios para consumo humano (INEN, 2008b)

9.7 Test de estabilidad del producto.

Para conocer la estabilidad del producto se realizó un estudio de estabilidad acelerada (Anexo #18).

Las condiciones climáticas aceleradas a las que se realizó el estudio fueron: Temperatura $38 \pm 2^\circ \text{C}$ y Humedad Relativa $70 \pm 5\%$. Los parámetros bromatológicos y microbiológicos analizados se muestran en las tablas No. 61 y tabla No.62 respectivamente.

Tabla # 65. Parámetros bromatológicos analizados para el estudio de estabilidad acelerada del Snack ChochoCorn

Parámetro Analizado	Resultado Inicial	1er. Control (02-04-10)	2do. Control (09-04-10)	Unidad	Método de Análisis
Humedad	3.7	3.7	3.9	%	PEE-LASA-FQ-10a AOAC 925.10
Características Organolépticas	Inobjetable	Inobjetable	Inobjetable	Inobjetable/ Objetable	Sensorial

Tabla # 66. Parámetros microbiológicos analizados para el estudio de estabilidad acelerada del Snack ChochoCorn

Parámetro Analizado	Resultado Inicial	1er. Control (02-04-10)	2do. Control (09-04-10)	Unidad	Método de Análisis
Aerobios Mesófilos	13×10^1	30	10	UFC/g	PEE-LASA-MB-20
Levaduras	< 10	< 10	< 10	UFC/g	PEE-LASA-MB-04
Hongos	10	10	20	UFC/g	PEE-LASA-MB-04

Conclusión:

- Debido al comportamiento tanto de los parámetros físico-químicos, microbiológicos y sensoriales, el snack ChochoCorn tiene un tiempo estimado de vida útil de TRES

MESES bajo condiciones ambientales estables, en la ciudad de Quito, mantenido en su envase original, e inalterable su sistema de cierre. El parámetro que decide la vida útil del producto es la humedad.

9.8 Test de compatibilidad (producto-envase)

El Snack ChochoCorn será empacado en fundas de polipropileno biorientado metalizado laminado.

Características del empaque: El material de empaque es una lámina de dos capas, pegadas con adhesivo. Las capas son:

- La capa externa, polipropileno biorientado transparente (boppt) de 20 micrones. En esta capa va la impresión por dentro.
- La capa interna, es polipropileno biorientado metalizado (boppm) de 20 micrones. Esta capa se une con la anterior, en la parte metalizada, es decir se une internamente la impresión con el metalizado, y queda la impresión entre capas, para proteger la contaminación de la tinta hacia los alimentos.
- El espesor total es de 40 micrones. A este espesor le corresponde un gramaje de 42 gramos por m² (g/m²).
- El material indicado es muy buena barrera a la luz, a el agua y al oxígeno. Es un material termosellable para conformar el paquete. Aspectos que ayudan a la conservación de los alimentos (Bureau, 1995).

CAPITULO X

Documentación

10.1 Especificaciones de materias primas

Las materias primas a recibirse deben cumplir con las siguientes especificaciones:

10.1.1 Chocho Desamargado

Según la Norma INEN para Grano Desamargado de Chocho (INEN, 2004a); el chocho desamargado debe cumplir con las siguientes especificaciones químicas, microbiológicas, físicas y sensoriales:

Tabla # 67. Especificaciones químicas para el Chocho Desamargado.

REQUISITOS QUÍMICOS		
Requisito	Unidad	Valor
Humedad	%	72 – 75
Proteína	%	50 – 52
Ceniza	%	1.9 – 3.0
Alcaloides	%	0.02 – 0.07

Tabla # 68. Especificaciones microbiológicas para el Chocho Desamargado.

REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS		
Requisito	Unidad	Valor
Recuento Aerobios Totales	UFC/g	$18 \times 10^2 - 1 \times 10^3$
Recuento Coliformes totales	NMP/g	$10 - 10^2$

Recuento de hongos y levaduras	UFC/cm ³	max0 – 5 x 10 ²
<i>Escherichia coli</i>		Ausencia
Tipificación <i>E. coli</i> 0157 HT		Ausencia

Tabla # 69. Especificaciones físicas para el Chocho Desamargado.

REQUISITOS FÍSICOS		
Requisito	Unidad	Valor
Chocho dañado (clima), máx.	%	0,2
Chocho dañado (insectos), máx.	%	0,2
Con alteración de color, máx.	%	0,2
Material vegetal extraño, máx.	%	0,05
Material mineral, máx.	%	0,001

Tabla # 70. Especificaciones sensoriales para el Chocho Desamargado.

REQUISITOS SENSORIALES	
Presentación	Natural, uniforme, color blanco-crema
Olor	Característico, libre de olores extraños
Sabor	Característico, libre de sabor amargo

Los proveedores tendrán la responsabilidad de presentar periódicamente las especificaciones químicas y microbiológicas del Chocho Desamargado. Además se auditará el proceso y los análisis del desamargado del chocho al proveedor periódicamente. Finalmente, por medio de un plan de muestreo se analizará humedad, alcaloides y análisis microbiológico asegurándose que los resultados estén dentro de los niveles permitidos

según la norma INEN correspondiente (INEN 2004a), para aceptar o rechazar la materia prima.

10.1.2 Gritz de Maíz:

Según la Norma INEN para Maíz molido, sémola, harina y gritz (INEN, 1995), el gritz de maíz debe cumplir con las siguientes especificaciones químicas y microbiológicas:

Tabla # 71. Especificaciones químicas para el Gritz de Maíz.

REQUISITOS QUÍMICOS		
Requisito	Unidad	Valor
Humedad (máximo)	%	12
Proteína (Nx6.25), (mínimo)	%	8
Grasa en base seca (máximo)	%	2
Fibra (máximo)	%	1
Ceniza en base seca (máximo)	%	1

Tabla # 72. Especificaciones microbiológicas para el Gritz de Maíz.

REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS		
Requisito	Unidad	Límite Máximo
Aerobios Mesófilos	UFC/g	100000
Recuento Coliformes totales	NMP/g	100
Recuento de hongos y levaduras	UFC/cm ³	500
<i>Escherichia coli</i>		Ausencia
<i>Salmonella</i>		Ausencia

Tabla # 73. Requisitos Microbiológicos para Gritz de Maíz (lotes).

Requisito	Unidad	n	C	M	M
REP	UFC/g	5	3	10^5	10^6
Recuento Coliformes	UFC/g	5	2	10^2	10^3
<i>E. coli</i>	UFC/g	5	2	0	-
Recuento de mohos y levaduras	UFC/g	5	2	5×10^2	10^3
<i>Salmonella</i>	UFC/25g	5	0	0	-

En donde:

n = número de muestras de lote que deben analizarse

c = número de muestras defectuosas aceptables

m = límite de aceptación

M = límite de rechazo

Los proveedores deberán presentar con la frecuencia acordada los resultados de las especificaciones químicas y microbiológicas del Gritz de Maíz. Además, por medio de un plan de muestreo se analizará humedad y control de impurezas, dañados, quemados, podridos asegurándose que los resultados estén dentro de los niveles permitidos según la norma INEN 2 051:1995, para aceptar o rechazar la materia prima.

10.1.3Sal:

Según la Norma NTE para la sal de consumo humano (INEN, 2006); la sal recibida como materia prima debe cumplir con las siguientes especificaciones:

Tabla # 74. Requisitos Sensoriales para la Sal de acuerdo a la Norma INEN.

REQUISITOS SENSORIALES	
Presentación	Cristales blancos solubles en agua.
Olor	Inodoro, libre de olores extraños.
Sabor	Salino característico.

10.2 Especificaciones del producto terminado

El Snack ChochoCorn es un extruido expandido elaborado a base de un cereal y una leguminosa y debe cumplir con ciertas normas. A falta de una norma ecuatoriana para alimentos extruidos se utilizaron las especificaciones de la Norma Técnica Colombiana para Extruidos Expandidos a Base de Cereales (NTC, 1996); la misma que establece:

Tabla # 75. Requisitos para extruidos expandidos a base de cereales.

Requisito	Unidad	Valor
Humedad (máximo)	%	4
Proteína (Nx6.25), (mínimo)	%	3
Grasa (máximo)	%	50
Carbohidratos (máximo)	%	95

Tabla # 76. Requisitos Microbiológicos para extruidos expandidos a base de cereales por lotes.

Requisito	Unidad	N	C	M	M
Recuento Aerobios Mesófilos	UFC/g	3	1	5000	10000
Recuento Coliformes	NMP/g	3	1	3	11

Recuento Coliformes Fecales	NMP/g	3	0	< 3	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	Coagulasa +/-g	3	0	< 100	-
Recuento de mohos y levaduras	UFC/g	3	1	200	300
<i>Salmonella</i>	UFC/50g	3	0	0	-

En donde:

n = número de muestras de lote que deben analizarse

c = número de muestras defectuosas aceptables

m = límite de aceptación. Valor por debajo del cual un lote no se considera peligroso.

M = límite de rechazo. Valor por encima del cual se rechaza un lote (NTC, 1996).

10.3 Planes de muestreo

10.3.1 Recepción Chocho Desamargado

En la recepción del chocho desamargado se necesita un plan de muestreo para medir humedad, alcaloides y análisis microbiológico; asegurándose que los resultados estén dentro de los niveles permitidos según la Norma para Chocho Desamargado (INEN, 2004).

El plan de muestreo se lo realizará según los procedimientos de muestreo para la inspección por atributos y planes por atributos de dos o tres clases para evaluaciones microbiológicas de la Norma Directrices Generales sobre el muestreo (Codex Alimentarius, 2004). (Anexo # 19).

10.3.2 Recepción Gritz de Maíz

Para aceptar el griz de maíz de los proveedores se elaborará un plan de muestreo para analizar humedad y control de impurezas, dañados, quemados, podridos; asegurándose que

los resultados estén dentro de los niveles permitidos según la Norma INEN para Gritz de Maíz (INEN, 1995). El plan de muestreo se lo realizará según la Norma respectiva para muestreo para inspección por atributos (Anexo # 20), la misma que propone el establecimiento de planes de muestreos simples, dobles y múltiples que permitan determinar el tamaño de la muestra y el número de aceptación y rechazo de los sacos de gritz de maíz lo cual nos ayuda a decidir objetivamente si debemos o no aceptar la materia prima (INEN, 2009).

10.3.3 Producto Terminado

Para el plan de muestreo del producto terminado es necesario realizar el análisis microbiológico, para control de inocuidad, además de humedad y grado de expansión para el objetivo de calidad. El plan de muestreo se lo realizará según los procedimientos de muestreo para la inspección por atributos y planes por atributos de dos o tres clases para evaluaciones microbiológicas de la Norma Directrices Generales sobre el muestreo (Codex Alimentarius, 2004). Además para el control del contenido neto del snack ChochoCorn se realizará el plan de muestreo según la Norma INEN para Productos empaquetados o envasados. Método de muestreo sistemático (Anexo # 21) y Productos empaquetados o envasados. Error máximo permisible (Anexo # 22).

10.4 Procedimientos normalizados de trabajo (PNT) métodos analíticos

Los métodos analíticos normalizados de trabajo que se utilizaron fueron:

Tabla # 77. Procedimientos Técnicos Normalizados

Análisis	Nombre	Numero
Humedad	Sólidos (Totales) y Humedad.	Método AOAC 925.10
Proteína	Proteína Total	Método AOAC 920.87
Grasa	Grasa o Extracto etéreo	Método AOAC 920.85
Ceniza	Ceniza (Método directo)	Método AOAC923.03
Fibra	Fibra Cruda	Método AOAC 920.86
Azúcares	Azúcares(Reductores y No reductores)	Método AOAC939.03
Fibra dietaria	Fibra(total dietaria)	Método AOAC 985.29

10.5 Normas de control de materias primas

10.5.1 Chocho desamargado:

Norma NTE INEN 2 390:2004 Leguminosas. Grano Desamargado de Chocho. Requisitos.
(Anexo # 23)

10.5.2 Gritz de Maíz:

Norma NTE INEN 2 051:1995 Granos y Cereales. Maíz Molido, Sémola, Harina, Gritz.
Requisitos. (Anexo # 24)

10.5.3 Sal:

Norma NTE INEN 57:2006 Sal para el Consumo Humano. Requisitos. (Anexo # 25)

10.6 Normas de control del producto

Norma Técnica Colombiana NTC 3659: 1996. Industrias Alimentarias. Extruidos
Expandidos a Base de Cereales. (Anexo # 26)

CAPITULO XI

Situación Legal

11.1 Etiquetado:

El rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y empaquetados debe cumplir con requisitos mínimos para que se puedan expender a los consumidores.

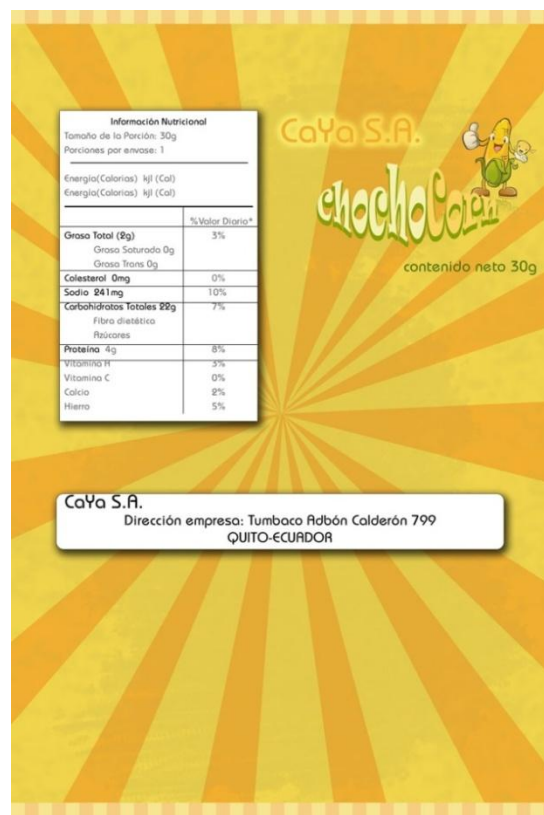
Los requisitos obligatorios en el rotulado de productos envasados fueron tomados de la Norma INEN para rotulado de productos envasados (Anexo # 27); los principales requisitos presentes en la norma son (INEN, 2008a):

- Nombre del alimento
- Lista de ingredientes
- Contenido neto y masa escurrida
- Identificación del fabricante, envasador o importador
- Ciudad y país de origen
- Identificación del Lote
- Marcado de la fecha e instrucciones para la conservación
- Instrucciones para el uso
- Alimento irradiado (si lo es)
- Alimentos genéticamente modificados (si lo es)
- Registro sanitario
- Norma Técnica Ecuatoriana de referencia (cuando exista)

Además se debe cumplir para el rotulado nutricional con ciertos requisitos que se detallan en la Norma INEN para Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Rotulado Nutricional (Anexo # 28). A continuación mencionaremos los requisitos de forma general (INEN, 2008b):

- Nutrientes que han de declararse
- Las declaraciones de nutrientes deben estar de acuerdo con los nombres o abreviaciones permitidos para los nutrientes y en el orden y formatos especificados para el etiquetado nutricional.
- Etiqueta nutricional: formato columnar estándar, formato lineal, formato columnar abreviado, formato simplificado, formato de columna para envases múltiples, entre otras.
- Adición y fortificación
- Tolerancias y cumplimiento.

11.2 Diseño de la etiqueta



11.3 Situación Legal

11.3.1 Registro sanitario

Los alimentos procesados fabricados en el Ecuador o en el exterior, deberán contar con Registro Sanitario para su producción, almacenamiento, transportación, comercialización y consumo. El registro sanitario para alimentos procesados será otorgado por el Ministerio de Salud Pública, a través de las Subsecretarías y las Direcciones Provinciales que determine el reglamento correspondiente y a través del Instituto Nacional de Higiene y Medicina Tropical Leopoldo Izquieta Pérez (FEDEXPOR, 1998).

Los requisitos para la inscripción de productos nacionales son (FEDEXPOR, 1998):

1. Solicitud dirigida al director general de salud, individual para cada producto sujeto a Registro Sanitario (Anexo # 29).

2. Permiso de Funcionamiento: actualizado y otorgado por la autoridad de salud (dirección Provincial de salud de la jurisdicción en la que se encuentra ubicada la fábrica.
3. Certificación otorgada por la autoridad de salud competente de que el Establecimiento reúne las disponibilidades técnicas para fabricar el producto: corresponde al acta que levanta la autoridad de salud una vez que realiza la inspección del Establecimiento.
4. Información técnica relacionada con el proceso de elaboración y descripción del equipo utilizado.
5. Fórmula cuali-cuantitativa: incluyendo aditivos, en orden decreciente de las proporciones usadas (en porcentaje referido a 100 g. ó 100 ml.).
6. Certificado de análisis de control de calidad del producto: con firma del técnico responsable obtenido en cualquier laboratorio de control de alimentos, incluidos los laboratorios de control de calidad del Instituto de Higiene "Leopoldo Izquieta Pérez".
7. Especificaciones químicas del material utilizado en la manufactura del envase, otorgado por el fabricante o proveedor de los envases y con firma del técnico responsable.
8. Proyecto de rótulo a utilizar por cuadruplicado: dos originales.
9. Interpretación del código de lote: con firma del técnico responsable, entendiéndose por lote, una cantidad determinada de un alimento producida en condiciones esencialmente iguales y Código de lote: modo simbólico (letras o números, letras y números) acordado por el fabricante para identificar un lote, puede relacionarse con la fecha de elaboración.
10. Pago de la tasa por el análisis de control de calidad, previo a la emisión del registro sanitario: cheque certificado a nombre del instituto de higiene y malaria tropical "Leopoldo Izquieta Pérez" por el valor fijado en el respectivo reglamento.
11. Documentos que prueben la Constitución, existencia y representación legal de la entidad solicitante, cuando se trate de persona jurídica.

12. Tres muestras del producto envasado en su presentación final y pertenecientes al mismo lote.

11.3.2 Requisitos para la patente

La patente es un derecho que el Estado confiere en forma exclusiva a las invenciones. Provee a su titular el derecho a explotar industrial y/o comercialmente en forma exclusiva su invento (IEPI, 2010).

La solicitud para obtener una patente de invención (Anexo # 30) deberá presentarse en el formulario preparado, y puesto a disposición por la Dirección Nacional de Propiedad Industrial y deberá especificar (IEPI, 2010):

- a) Identificación del solicitante(s) con sus datos generales, e indicando el modo de obtención del derecho en caso de no ser él mismo el inventor.
- b) Identificación del inventor(es) con sus datos generales.
- c) Título o nombre de la invención
- d) Identificación del lugar y fecha de depósito del material biológico vivo, cuando la invención se refiera a procedimiento microbiológico.
- e) Identificación de la prioridad reivindicada, si fuere del caso o la declaración expresa de que no existe solicitud previa.
- f) Identificación del representante o apoderado, con sus datos generales.
- g) Identificación de los documentos que acompañan la solicitud.

Además la solicitud deberá ir acompañada de los siguientes elementos (IEPI, 2010):

- 1) El título o nombre de la invención con la correspondiente memoria descriptiva que expliquen la invención de una manera clara y completa, de tal forma que una persona versada en la materia pueda ejecutarla.
- 2) Una o más reivindicaciones que precisen la materia para la cual se solicita la protección mediante la patente.
- 3) Dibujos que fueren necesarios
- 4) Un resumen con el objeto y finalidad de la invención.
- 5) El Comprobante de Pago de la Tasa.
- 6) Copia certificada, traducida y legalizada de la primera solicitud de patente que se hubiere presentado en el exterior, en el caso de que se reivindique prioridad
- 7) El documento que acredite la Cesión de la invención o la relación laboral entre el solicitante y el inventor.
- 8) Nombramiento del Representante Legal, cuando el solicitante sea una persona jurídica.
- 9) Poder que faculte al apoderado el tramitar la solicitud de registro de la patente, en el caso de que el solicitante no lo haga el mismo.

CAPITULO XII

Gestión de Calidad y Seguridad Alimentaria

12.1 Introducción

La introducción de peligros para la inocuidad de los alimentos puede ocurrir en cualquier punto de la cadena alimentaria, por lo que es necesario un control a lo largo de la misma. Para un determinado producto puede existir un problema de Seguridad Alimentaria cuando del consumo del mismo puede derivarse algún riesgo para la salud de los consumidores, registrándose un brote epidemiológico (Polledo, 2002). Para ello es necesario cumplir con requisitos como Buenas Prácticas de Manufactura e implementar sistemas que garantizan la inocuidad de alimentos como el Sistema HACCP.

12.2 Términos y Definiciones

Definiciones según la ISO 22000 (ISO 22000, 2005):

12.2.1 Acción correctiva: acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación indeseable.

12.2.2 Inocuidad de los alimentos: concepto que implica que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparan y/o consuman de acuerdo al uso previsto.

12.2.3 Peligro relacionado con la inocuidad de los alimentos: agente biológico, químico o físico presente en un alimento, o la condición en que éste se halla, que puede ocasionar un efecto adverso para la salud.

12.2.4 Medida de Control: acción o actividad que puede realizarse para prevenir o eliminar un peligro asociado con la inocuidad de los alimentos o para reducirlo a un nivel aceptable.

12.2.5 PCC: Punto Crítico de Control, etapa en la que puede aplicarse un control y que es esencial para prevenir o eliminar un peligro asociado con la inocuidad de los alimentos en los productos o en el ambiente de producción.

12.2.6 Límite Crítico: criterio que diferencia la aceptabilidad de la inaceptabilidad.

12.2.7 Validación: obtención de evidencia de que las medidas de control gestionadas por el plan HACCP son capaces de ser eficaces.

12.2.8 Verificación: confirmación mediante la aportación de evidencia objetiva, de que se han cumplido los requisitos especificados.

12.3 Programa de Pre-requisitos (PPR): Buenas Prácticas de Manufactura

Un programa de prerrequisitos comprende las condiciones y actividades básicas que son necesarias para mantener a lo largo de toda la cadena alimenticia un ambiente higiénico apropiado para la producción, manipulación y provisión de productos finales inocuos y alimentos inocuos para el consumo humano. Los PPR necesarios dependen del segmento de la cadena alimentaria en el que se opera; en este caso el PPR comprende un Programa de Buenas Prácticas de Manufactura (ISO 22000, 2005). El programa de implementación de BPM´s incluye las siguientes etapas:

12.3.1 Personal

En la fabricación de alimentos, es importante que el personal manipulador que entra en contacto directo e indirecto con los productos cumpla normas básicas:

12.3.1.1 Higiene del Personal y Medidas de Protección (Noboa, 2002; Codex Alimentarius, 2003):

El personal que manipula los alimentos debe:

- Mantener un grado elevado de aseo personal, bañarse diariamente, mantener las uñas cortas y limpias, mantener la ropa y uniforme limpio.
- Contar con uniformes adecuados a las operaciones a realizar como delantales o mandiles, otros accesorios como guantes, botas, gorros, mascarillas, limpios y en buen estado. El calzado debe ser cerrado y cuando se requiera, deberá ser antideslizante e impermeable.
- Los cortes y las heridas del personal, cuando a éste se le permita seguir trabajando, deberán cubrirse con vendajes impermeables apropiados.
- Lavarse las manos con agua y jabón antes de comenzar el trabajo, cada vez que salga y regrese al área asignada, cada vez que use los servicios sanitarios y después de manipular cualquier material u objeto que pudiese representar un riesgo de contaminación para el alimento. El uso de guantes no exime al personal de la obligación de lavarse las manos.

12.3.1.2 Control de enfermedades (Noboa, 2002; Codex Alimentarius, 2003):

El personal manipulador de alimentos debe someterse a un reconocimiento médico antes de desempeñar esta función.

- Debe realizarse un reconocimiento médico cada vez que se considere necesario por razones clínicas y epidemiológicas, especialmente después de una ausencia originada por una infección que pudiera dejar secuelas capaces de provocar contaminaciones de los alimentos que se manipulan.
- No se debe permitir manipular los alimentos, directa o indirectamente, al personal del que se conozca o se sospeche padece de una enfermedad infecciosa susceptible de ser transmitida por alimentos, o que presente heridas infectadas, o irritaciones cutáneas. Entre los estados de salud que deberán comunicarse a la dirección para que se examine la necesidad de someter a una persona a examen médico y/o la posibilidad de excluirla de la manipulación de alimentos son ictericia, diarrea, vómitos, fiebre, dolor de garganta con fiebre, lesiones de la piel visiblemente infectadas (furúnculos, cortes, etc.), supuración de los oídos, los ojos o la nariz.

12.3.1.3 Comportamiento Personal (Noboa, 2002; Codex Alimentarius, 2003):

El personal que labora en las áreas de proceso, envase, empaque y almacenamiento debe acatar las normas establecidas que señalan:

- Mantener el cabello cubierto totalmente mediante malla, gorro u otro medio efectivo para ello.
- Está prohibido de fumar y consumir alimentos o bebidas en estas áreas así como escupir, estornudar o toser sobre alimentos no protegidos.
- Tener uñas cortas y sin esmalte; no deberá portar joyas o bisutería; debe laborar sin maquillaje, así como barba y bigotes al descubierto durante la jornada de trabajo.

- En caso de llevar barba, bigote o patillas anchas, debe usar protector de boca y barba según el caso.

12.3.1.4 Educación y Capacitación (Noboa, 2002):

- Toda planta procesadora de alimentos debe implementar un plan de capacitación continuo y permanente para todo el personal a fin de asegurar su adaptación a las tareas asignadas.
- Esta capacitación esta bajo la responsabilidad de la empresa y podrá ser efectuada por ésta, o por personas naturales o jurídicas competentes.
- Deben existir programas de entrenamiento específicos, que incluyan normas, procedimientos y precauciones a tomar, para el personal que labore dentro de las diferentes áreas.

12.3.2 Edificios e Instalaciones

El lugar donde se producirá el snack ChochoCorn deberá ser diseñado y construido en armonía con la naturaleza de las operaciones y riesgos asociados a su producción de manera que puedan cumplir con los siguientes requisitos (Noboa, 2002):

- Que el riesgo de contaminación y alteración sea mínimo.
- Que el diseño y distribución de las áreas permita un mantenimiento, limpieza y desinfección apropiada que minimice las contaminaciones.
- Que las superficies y materiales, particularmente aquellos que están en contacto con los alimentos, no sean tóxicos y estén diseñados para el uso pretendido, fáciles de mantener, limpiar y desinfectar.
- Que facilite un control efectivo de plagas y dificulte el acceso y refugio de las mismas.

12.3.2.1 Distribución de las Áreas (Noboa, 2002):

- Las diferentes áreas o ambientes deben ser distribuidos y señalizados siguiendo de preferencia el principio de flujo hacia adelante, desde la recepción de las materias primas hasta el despacho del alimento terminado, de tal manera que se evite confusiones y contaminaciones.
- Los ambientes de las áreas críticas, deben permitir un apropiado mantenimiento, limpieza, desinfección y desinfestación y minimizar las contaminaciones cruzadas por corrientes de aire, traslado de materiales, alimentos o circulación de personal (Noboa, 2002).

12.3.2.2 Condiciones específicas de las áreas, estructuras internas y accesorios

El área de producción del snack ChochoCorn debe cumplir los siguientes requisitos de distribución, diseño y construcción (Noboa, 2002; Codex Alimentarius, 2003):

- Los pisos, paredes y techos deben mantenerse limpios y en buenas condiciones. Las paredes deberán ser de materiales impermeables y tener una superficie lisa hasta una altura apropiada para las operaciones que se realicen.
- Las uniones entre las paredes y los pisos, deben ser cóncavas para facilitar su limpieza. Los drenajes del piso deben tener la protección adecuada y los pisos deben tener la inclinación suficiente para un perfecto drenaje.
- Las áreas donde las paredes no terminan unidas totalmente al techo, deben terminar en ángulo para evitar el depósito de polvo.
- Los techos, falsos techos y demás instalaciones suspendidas deben estar diseñadas y construidas de manera que se evite la acumulación de suciedad, la condensación, la

formación de mohos, el desprendimiento superficial y además se facilite la limpieza y mantenimiento.

- Todos los letreros o gabinetes sujetos a las paredes deben estar sellados a ella para evitar actividad de insectos.
- Las ventanas y otras aberturas en las paredes se deben construir de manera que eviten la acumulación de polvo o cualquier suciedad. Las repisas internas de las ventanas deben ser en pendiente para evitar que sean utilizadas como estantes. En caso necesario, deben estar provistas de sistemas de protección a prueba de insectos, roedores, aves y otros animales que sea fácil de desmontar y limpiar. Si tienen vidrio, debe adosarse una película protectora que evite la proyección de partículas en caso de rotura.
- Las puertas deberán tener una superficie lisa y no absorbente y ser fáciles de limpiar y se utilizarán sistemas de doble puerta, de preferencia con mecanismos de cierre automático como brazos mecánicos y sistemas de protección a prueba de insectos y roedores.
- Las superficies de trabajo que vayan a estar en contacto directo con los alimentos deberán ser sólidas, duraderas y fáciles de limpiar, mantener y desinfectar. Deberán estar hechas de material liso, no absorbente y no tóxico, e inerte a los alimentos, los detergentes y los desinfectantes utilizados en condiciones de trabajo normales

12.3.2.3 Iluminación, Calidad del Aire y Ventilación (Noboa, 2002):

- Las áreas tendrán una adecuada iluminación, con luz natural o artificial. Las fuentes de luz artificial deben estar protegidas para evitar la contaminación de los alimentos en caso de rotura.
- Se deberá disponer de medios adecuados de ventilación natural o mecánica para: reducir al mínimo la contaminación de los alimentos transmitida por el aire, por ejemplo, polvo, los aerosoles o las gotitas de condensación; controlar la temperatura

ambiente; controlar los olores que puedan afectar a la aptitud de los alimentos; y controlar la humedad, cuando sea necesario, para asegurar la inocuidad.

- Los sistemas de ventilación deberán proyectarse y construirse de manera que el aire no fluya nunca de zonas contaminadas a zonas limpias. Las aberturas para circulación del aire deben estar protegidas con mallas de material no corrosivo y deben ser fácilmente removibles para su limpieza.
- Cuando la ventilación es inducida por ventiladores o equipos acondicionadores de aire, el aire debe ser filtrado y mantener una presión positiva en las áreas de producción donde el alimento esté expuesto. El sistema de filtros debe estar bajo un programa de mantenimiento, limpieza o cambios.

12.3.2.4 Servicios

- **Servicios de higiene y aseos para el personal** (Noboa, 2002): Deben existir instalaciones que aseguren la higiene del personal para evitar la contaminación de los alimentos como servicios higiénicos, duchas y vestuarios, en cantidad suficiente e independiente para hombres y mujeres; estas no pueden tener acceso directo a las áreas de producción.
- Los servicios sanitarios deben estar dotados de todas las facilidades necesarias, como dispensador de jabón, implementos desechables o equipos automáticos para el secado de las manos y recipientes preferiblemente cerrados para depósito de material usado.
- Las instalaciones sanitarias deben mantenerse permanentemente limpias, ventiladas y con una provisión suficiente de materiales.

- **Suministro de Agua:** deberá disponerse de un abastecimiento suficiente de agua potable, con instalaciones apropiadas para su almacenamiento, distribución y control de la temperatura, a fin de asegurar la inocuidad y la aptitud de los alimentos (Codex Alimentarius, 2003).
- **Suministro de Vapor:** En caso de contacto directo de vapor con el alimento, se debe disponer de sistemas de filtros para la retención de partículas, antes de que el vapor entre en contacto con el alimento (Codex Alimentarius, 2003).
- **Desagüe y eliminación de desechos:** Deberá haber sistemas e instalaciones adecuados de desagüe y eliminación de desechos. Estarán proyectados y construidos de manera que se evite el riesgo de contaminación de los alimentos o del abastecimiento de agua potable (Codex Alimentarius, 2003).

12.3.3 Equipos y Utensilios

La selección, fabricación e instalación de los equipos deben ser acorde a las operaciones a realizar y al tipo de alimento a producir y debe cumplir con los siguientes requisitos (Noboa, 2002; Codex Alimentarius, 2003):

- Estar construidos con materiales tales que sus superficies de contacto no transmitan sustancias tóxicas, olores ni sabores, ni reaccionen con los ingredientes o materiales que intervengan en el proceso de fabricación. Deben ser fáciles de limpiar y desinfectar.
- Cuando se requiera la lubricación de algún equipo o instrumento debe ser de grado alimenticio. Todas las superficies en contacto directo con el alimento no deben ser

recubiertas con pinturas u otro tipo de material desprendible que represente un riesgo para la inocuidad del alimento.

- El equipo deberá ser duradero y móvil o desmontable, para permitir el mantenimiento, la limpieza, la desinfección y la vigilancia y para facilitar, por ejemplo, la inspección en relación con la posible presencia de plagas. Los equipos cuya base no está sellada al piso deben estar elevados por lo menos 15 cm.
- Las tuberías empleadas para la conducción de materias primas y alimentos deben ser de materiales resistentes, inertes, no porosos, impermeables y fácilmente desmontables para su limpieza.

12.3.4 Limpieza y Desinfección

La limpieza y desinfección son fundamentales para alcanzar el objetivo de inocuidad alimentaria. El objetivo de la limpieza es la eliminación de suciedad mientras que la principal misión de la desinfección es la destrucción de gérmenes, por lo que ambas actividades son complementarias y difícilmente separables una de la otra (Wildbrett, 2006).

Los objetivos de la limpieza y desinfección de las superficies que contacten con alimentos pueden resumirse como sigue (Wildbrett, 2006):

Limpieza:

- Cumplir exigencias estéticas
- Restablecer el normal funcionamiento de las instalaciones y utensilios tras su actividad.
- Prolongar la vida útil de instalaciones y utensilios
- Asegurar la calidad óptima de los alimentos frente a influencias químicas.

Desinfección:

- Proteger la salud del consumidor.
- Asegurar una calidad óptima de los alimentos frente a influencias microbianas.

Los procesos de limpieza en la elaboración de ChochoCorn serán realizados diariamente después de la producción para así asegurar que toda superficie que este en contacto con el producto no afecte a la inocuidad del mismo.

- Inicialmente se realizará una limpieza física de los residuos de producto que exista en las superficies, equipos y utensilios que estuvieron en contacto con el alimento.
- Seguido, se realizará un enjuague de las superficies, equipo y utensilios que estuvieron en contacto con el producto con agua potable, la misma que deberá cumplir con la norma NTE INEN 1 108 (Norma INEN, 2008). Para validar el cumplimiento de las especificaciones del agua potable se realizarán trimestralmente análisis microbiológicos, físico y químicos.
- Finalmente, se realizará una desinfección y enjuague de las superficies, equipos y utensilios que hayan estado en contacto con el producto. El desinfectante a utilizar será el amonio cuaternario, cuyas características principales son que es un compuesto tensioactivo y espumante. La característica de tensioactivo tiene como efecto la disminución de la tensión superficial entre agua y otras fases, pudiendo así tener un efecto emulsionante y humectante (Wilbrett, 2006). Además el espectro de desinfección del amonio cuaternario ataca a mohos/levadura y bacterias gram+ y gram- (Hyginov, 2006). El formulario de limpieza y desinfección se presenta en el Anexos # 31.

12.3.5 Control de Plagas

Las plagas constituyen una amenaza seria para la inocuidad de los alimentos. Pueden producirse infestaciones de plagas cuando hay lugares que favorecen la proliferación y alimentos accesibles por lo que, para reducir al mínimo las probabilidades de infestación es necesario tomar las siguientes medidas (Codex Alimentarius, 2003):

- Mantener un buen saneamiento, la inspección de los materiales introducidos y una buena vigilancia, limitando así la necesidad de plaguicidas.
- Mantener los edificios en buenas condiciones para impedir el acceso de las plagas y eliminar posibles lugares de reproducción. Los agujeros, desagües y otros lugares por los que puedan penetrar las plagas deberán mantenerse cerrados herméticamente.
- La disponibilidad de alimentos y de agua favorece el anidamiento y la infestación de las plagas, por lo tanto, las posibles fuentes de alimentos deberán guardarse en recipientes a prueba de plagas y/o almacenarse por encima del nivel del suelo y lejos de las paredes.
- Deberán examinarse periódicamente las instalaciones y las zonas circundantes para detectar posibles infestaciones.
- Las infestaciones de plagas deberán combatirse de manera inmediata y sin perjuicio de la inocuidad o la aptitud de los alimentos. El tratamiento con productos químicos, físicos o biológicos deberá realizarse de manera que no represente una amenaza para la inocuidad o la aptitud de los alimentos.

12.3.6 Control de Proceso

El control del proceso de fabricación debe perseguir tres objetivos: que no se produzcan contaminaciones que puedan aparecer en el producto final; que las contaminaciones que inevitablemente aparezcan no encuentren oportunidad de agravarse; y que, antes de que el producto final sea distribuido, sufra un tratamiento tecnológico que elimine la contaminación presente (Polledo, 2002). La organización de la producción debe ser concebida para que el alimento fabricado cumpla con las normas establecidas y los procedimientos previstos, se apliquen correctamente y que se evite toda omisión, contaminación, error o confusión en el transcurso de las diversas operaciones.

Antes de empezar con la fabricación de un lote se debe verificar que se haya realizado convenientemente la limpieza del área y los equipos según procedimientos establecidos y que la operación haya sido confirmada y mantener el registro de las inspecciones (Noboa, 2002). En el proceso se controlará:

- Se realiza un lavado del chocho desamargado con agua potable, la misma que debe cumplir con los requisitos de las normas NTE INEN 1 108:2010 (INEN, 2008).
- En la molienda del chocho es importante llevar un registro de tiempos para evitar que producto que ha pasado un tiempo excesivo a temperatura ambiente siga en el proceso por posible crecimiento microbiano.
- Con los procesos de secado y extrusión se logrará reducir la humedad (alrededor del 8% de humedad) y la posible carga microbiana.

- Antes del proceso de envasado se deberá tener un detector de metales para evitar contaminación física del alimento.
- El proceso de envasado del producto debe realizarse rápidamente para evitar deterioros o contaminaciones que afecten a la calidad del producto ya que la humedad final es importante para la textura y vida útil del mismo.

Cada orden de producción estará registrada (Anexo # 32). Además como control del proceso se deben llenar los formularios para control de materia prima, producto semi-elaborado y producto terminado (Anexo # 33.1 33.2, 34 y 35).

Se planea y ejecuta el mantenimiento preventivo de equipos por medio de un cronograma de actividades (Anexo # 36).

12.3.7 Programa de Retiro de Productos

- Se debe tener un sistema de trazabilidad a lo largo de la cadena de suministros para asegurar la posible revisión del procedimiento de cada lote de producción desde las materias primas hasta los puntos de distribución del producto; y de esta manera poder reaccionar ante algún peligro para la inocuidad y calidad de los alimentos y poder retirar el producto (Polledo, 2002). Se llevará un registro de cada lote de producción (Anexo # 37).
- Al haber producto retirado del mercado se deberá analizar que otros lotes del producto fueron realizados en condiciones similares para que se pueda evaluar y saber si es necesario o no proceder con el retiro de otros lotes del producto (Codex, 2003).
- Finalmente los productos retirados del mercado deben estar bajo análisis para decidir si se debe destruir, utilizar con fines diferentes al consumo humano, determinar la

inocuidad para el buen uso en el consumo humano o para reprocesar en caso que no afecte la inocuidad final del alimento. (Codex, 2003).

12.3.8 Recepción y Almacenamiento

Las materias primas e insumos se verifican su estado en la recepción mediante fichas técnicas de los proveedores calificados y realizando los análisis necesarios para aceptar o rechazar las mismas. Anexo # 33.1 33.2

La recepción de las materia primas se manejan por medio de un sistema de registros en el que cada una tiene fechas de entrada, cantidad, observaciones y orden de aceptación o rechazo por el encargado adjuntando las especificaciones de las fichas técnicas de los proveedores certificados. Formulario de materias primas (Anexo # 35)

- El chocho desamargado se almacena en baldes plásticos con agua potable en refrigeración si su consumo es inmediato, caso contrario se congelará el chocho desamargado. El agua debe cumplir la norma NTE INEN 1 108:2010 Agua Potable. Requisitos (Anexo # 38).
- Los gritz de maíz se recibe en quintales y se los apila en pallets a unos 10cm del piso en una bodega a temperatura ambiente.
- La sal y saborizantes se reciben en fundas o quintales dependiendo del proveedor y son almacenados en una bodega a temperatura ambiente.
- Los empaques se almacenan en estanterías que están separadas a unos 10cm sobre el piso en otra bodega diferente a las materias primas.

Las zonas de recepción y almacenamiento estarán separadas de las que se destinan a elaboración o envasado de producto final.

12.4 Establecimiento del Sistema HACCP

El Sistema HACCP es un sistema que permite identificar, evaluar y controlar peligros significativos para la inocuidad de los alimentos en el segmento de la cadena alimentaria considerado. El desarrollo del Sistema HACCP consiste en 5 pasos preliminares y la aplicación de 7 principios (Codex, 2003).

12.4.1 Pasos Preliminares del Plan HACCP

Antes de aplicar el sistema de HACCP a cualquier sector de la cadena alimentaria, es indispensable contar con programas como buenas prácticas de manufactura (BPM), conformes a los Principios Generales de Higiene de los Alimentos del Codex, y requisitos apropiados en materia de inocuidad de los alimentos. Estos programas previos, incluida la capacitación y compromiso del personal, deben estar firmemente establecidos, en pleno funcionamiento, y haberse verificado adecuadamente para facilitar la aplicación eficaz de dicho sistema (Codex, 2003). Los pasos preliminares para la aplicación del sistema HACCP incluyen:

12.4.1.1 Establecimiento del Equipo

El equipo HACCP estará conformado por un integrante del área de control de calidad, producción, investigación y mantenimiento.

12.4.1.2 Descripción del Producto

Tabla # 78. Descripción del Producto ChochoCorn

Nombre del producto	Snack de Chocho y Maíz “ChochoCorn” .
Definición del producto	ChochoCorn consiste en un extruido expandido elaborado a partir de la combinación de una leguminosa andina como es el chocho y un cereal como es el maíz con el fin de obtener un producto tipo snack de sal saborizado listo para el consumo.
Descripción del proceso	El producto es elaborado mediante el proceso tecnológico de la extrusión donde la mezcla de chocho-maíz(20% chocho en base seca y 80% de gritz de maíz en base seca) representan el 90%, la sal el 3%, agua añadida al 2.3% y saborizante al 4.7%. A la salida del extrusor, se añade los saborizantes en polvo (sabor a limón y picante). A continuación, se seca el producto ya saborizado a 70° C por 40 minutos, hasta lograr una humedad de alrededor del 2.5 al 3%. Finalmente se empaca y se almacena.
Características del producto final	El producto final consiste en un snack extruido expandido de forma redonda y textura crocante hecho a base de una combinación de chocho y maíz que se presenta en tres sabores: natural, limón y picante.
Embalaje, almacenamiento y conservación	El producto se empaca en fundas de polipropileno biorientado metalizado laminado en presentaciones de 30g. Almacenamiento a temperatura ambiente, en un lugar fresco y seco.
Vida útil	El snack ChochoCorn tiene un tiempo estimado de vida útil de tres meses bajo condiciones ambientales estables mantenido en su envase original, e inalterable su sistema de cierre.

12.4.1.3 Descripción del uso y los consumidores del producto

ChochoCorn es un snack con sabores natural, limón y picante que está dirigido a tiendas, supermercados y bares como un snack nutritivo listo para consumo por lo que no requiere ninguna preparación adicional. Sus clientes potenciales son adolescentes, jóvenes y adultos de edades entre 14 a 45 años.

12.4.1.4 Desarrollo del diagrama de flujo

El diagrama de flujo de la elaboración del Snack ChochoCorn se presenta en el Capítulo IX literal 9.2 Proceso de Producción.

12.4.1.5 Verificación del Diagrama de flujo

La correspondencia entre el diagrama de flujo y la operación de elaboración en todas las etapas del proceso debe ser confirmada y modificada si es necesario. La confirmación del diagrama de flujo debe estar a cargo del jefe de producción y jefe de control de calidad.

12.4.2 Principios del Plan HACCP

El sistema HACCP consta de siete principios detallados a continuación:

Principio 1: Análisis de Peligros

En esta fase se lleva a cabo un análisis de peligros para identificar cuáles son los peligros que es indispensable eliminar o reducir a niveles aceptables para poder producir un alimento inocuo. Se debe considerar la probabilidad de que surjan peligros y la gravedad de sus efectos nocivos para la salud; las condiciones que pueden dar lugar a los mismos y las

medidas de control que se pueden aplicar en relación con cada peligro. El análisis de peligros se detalla en las Tablas # 75 y # 76 (ISO 22000, 2005).

Principio 2: Puntos Críticos de Control

Un Punto Crítico de Control es la etapa en la que puede aplicarse un control y que es esencial para prevenir o eliminar un peligro asociado con la inocuidad de los alimentos en los productos o en el ambiente de producción. Los puntos críticos de control en la elaboración de el snack ChochoCorn se detalla en la Tabla # 77.

Es posible que haya más de un PCC en el que se aplican medidas de control para hacer frente a un mismo peligro. La determinación de un PCC en el sistema de HACCP se puede facilitar con la aplicación de un árbol de decisiones (Anexo # 39) en el que se indica un enfoque de razonamiento lógico (ISO 22000, 2005).

Principio 3: Establecimiento de Límites Críticos

Para cada punto crítico de control se debe especificar y validar límites críticos. Entre los criterios aplicados suelen figurar las mediciones de temperatura, tiempo, nivel de humedad, pH, Aw y cloro disponible, así como parámetros sensoriales como el aspecto y la textura. Los límites críticos deberán ser mensurables (Codex, 2003).

Principio 4: Establecer Procedimiento de Monitoreo.

La vigilancia es la medición u observación programadas de un PCC en relación con sus límites críticos. Mediante los procedimientos de vigilancia deberá poderse detectar una pérdida de control en el PCC. Lo ideal es que la vigilancia proporcione esta información a tiempo como para hacer correcciones que permitan asegurar el control del proceso para

impedir que se infrinjan los límites críticos. Siempre que sea posible, los procesos deberán corregirse cuando los resultados de la vigilancia indiquen una tendencia a la pérdida de control en un PCC, y las correcciones deberán efectuarse antes de que se produzca una desviación. Los datos obtenidos por la vigilancia deberán ser evaluados por el jefe de control de calidad para que aplique en conjunto con el jefe de producción las medidas correctivas respectivas, cuando proceda. Todos los registros y documentos relacionados con la vigilancia de los PCC deberán estar firmados por el supervisor de producción (Codex, 2003).

Principio 5: Establecimiento de Acciones Correctivas

Con el fin de hacer frente a las desviaciones que puedan producirse, deberán formularse medidas correctivas específicas para cada PCC del sistema de HACCP. Estas medidas deberán asegurar que el PCC vuelve a estar controlado. Las medidas adoptadas deberán incluir también un adecuado sistema de eliminación del producto afectado. Los procedimientos relativos a las desviaciones y la eliminación de los productos deberán documentarse en los registros del sistema de HACCP (Codex, 2003).

Principio 6: Verificación

Deberán establecerse procedimientos de comprobación para determinar si el sistema de HACCP funciona correctamente, podrán utilizarse métodos, procedimientos y ensayos de comprobación y verificación, en particular mediante muestreo aleatorio y análisis. La frecuencia de las comprobaciones deberá ser suficiente para confirmar que el sistema de HACCP está funcionando eficazmente. La comprobación deberá efectuarla el jefe o auxiliar del área de gestión de calidad. En caso de que algunas de las actividades de

comprobación no se puedan llevar a cabo en la empresa, podrán ser realizadas por expertos externos o terceros calificados en nombre de la misma (Codex, 2003).

Principio 7: Establecimiento de procedimientos documentales y mantenimiento de registros

Para aplicar un sistema de HACCP es fundamental que se apliquen prácticas de registro eficaces y precisas. Deberán documentarse los procedimientos del sistema de HACCP, y los sistemas de documentación y registro deberán ajustarse a la naturaleza y magnitud de la operación en cuestión y ser suficientes para ayudar a las empresas a comprobar que se realizan y mantienen los controles de HACCP. Se documentarán, por ejemplo: el análisis de peligros; la determinación de los PCC; la determinación de los límites críticos. Se mantendrán registros, por ejemplo, de: las actividades de vigilancia de los PCC, las desviaciones y las medidas correctivas correspondientes, los procedimientos de comprobación aplicados, las modificaciones al plan de HACCP (Codex, 2003).

12.4.2.1 Análisis de Peligros

Tabla # 79. Severidad y Probabilidad

Severidad	Probabilidad
A= Alta(amenaza contra la vida)	A= Alta
M= Media(severa o crónica)	M= Media
B= Baja(leve)	B=Baja
	I = Insignificante

Tabla # 80. Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control

ETAPA	RIESGO	RIESGO POTEN?	CAUSA	PROB.	SE V.	MED. PREVENT
1. Almacenamiento de Gritz de Maíz	BIOLÓGICO Hongos : <i>Penicillium</i> , <i>Aspergillus</i> , Eurotium.	SI	Malas prácticas de almacenamiento de cereal pueden incrementar el riesgo microbiológico.	B	M	Selección de proveedores Análisis en la recepción: Hu Control de la l y temperatura almacenamien
	QUÍMICO	NO				
	FÍSICO	SI	Falta de control de limallas en la elaboración de gritz de maíz	I	M	Selección de proveedores.
2. Almacenamiento del Chocho Desamargado	BIOLÓGICO Bacterias patógenas coliformes del agua	SI	Mal manejo en el desamargado del chocho	B	M	Selección de proveedores: C con la los requ microbiológico norma INEN2 390:2004 gran desamargado o chocho.

	QUÍMICO	SI	Desamargado insuficiente	M	A	Selección de Proveedores: Cumplan con norma INEN 2390:2004 gran desamargado de chocho.(Específicamente % alcaloid
	FÍSICO	NO				
3. Almacenamiento de Sal y Saborizantes	BIOLÓGICO	NO				
	QUÍMICO	NO				
	FÍSICO Impurezas o partículas extrañas	SI	Debido a problemas técnicos en el procesamiento	B	B	Calificación de proveedores
4. Recepción de Empaque	BIOLÓGICO	NO				
	QUÍMICO Contaminantes químicos o tipo de envase	SI	Debido a que el material del empaque no sea apto para alimentos	B	M	Calificación de proveedores y de calidad de empaques
	FÍSICO Impurezas o partículas extrañas.	SI	Debido a problemas técnicos en el procesamiento	B	B	Calificación de proveedores
5. Lavado de chocho desamargado con agua clorada	BIOLÓGICO Bacterias patógenas coliformes (<i>E.coli</i> y <i>enterobacterias</i>) del agua. <i>Staphilococcus aureus</i>	SI	Malas prácticas de manufactura: Mala higiene personal. Fuente de agua no potable.	B	M	Aplicar Buena prácticas de manufactura o agua potable e personal.

	QUÍMICO	NO	Concentración alta de cloro	I	M	SOP(Procedimiento operativo estándar)
	FÍSICO	NO				
6. Molienda I chocho desamargado	BIOLOGICO Bacterias patógenas del agua. <i>Staphilococcus aureus</i>	SI	Chocho puede estar contaminado por la utilización de agua inadecuada en el lavado	M	M	Aplicar BPM
	QUÍMICO Residuos de compuestos de desinfectantes y detergentes	SI	Inadecuado procedimiento de limpieza de los equipo.	B	B	Aplicar adecuadamente SSOP
	FISICO Cuerpos extraños (metales)	SI	Caída de cuerpos extraños (aretes, metales, etc.) y metales provenientes del molino	B	A	Aplicar BPM Detector de metales previo al empaque
7. Secado el chocho troceado	BIOLOGICO Bacterias patógenas provenientes del lavado.	SI	Chocho puede estar contaminado por la utilización de agua inadecuada en el lavado	M	B	Aplicar BPM Temperatura de secado y humedad final del chocho
	QUÍMICO Residuos de compuestos de limpieza	SI	Lavado y enjuague deficiente del equipo.	B	B	Aplicar SSOP

	FISICO Cuerpos extraños	SI	Caída de cuerpos extraños (aretes, metales, etc.)	B	A	Aplicar BPM
8. Molienda II del chocho seco	BIOLOGICO	NO				
	QUÍMICO Residuos de compuestos de desinfectantes y detergentes	SI	Inadecuado procedimiento de limpieza de los equipo.	B	B	Aplicar adecu SSOP
	FISICO Cuerpos extraños	SI	Caída de cuerpos extraños(aretes. Metales, etc) y metales provenientes del molino	B	A	Aplicar BPM Detector de m previo al empa
9. Tamizado chocho molido seco.	BIOLOGICO	NO				
	QUIMICO	NO				
	FISICO Cuerpos extraños (metales)	SI	Caída de cuerpos extraños (aretes, metales, etc.)	B	A	Aplicar BPM
10. Mezclado y	BIOLOGICO Bacterias patógenas coliformes (<i>E. coli</i> 0157HT) del agua.	SI	Chocho seco se puede contaminar con la utilización de agua añadida inadecuada para el	A	B	Aplicar Buena prácticas de manufactura o agua potable e personal.

acondicionamiento			acondicionamiento			
	QUÍMICO Residuos de compuestos de desinfectantes y detergentes	SI	Inadecuado procedimiento de limpieza de los equipo	B	B	Aplicar adecuados SSOP
	FISICO Cuerpos extraños(metales)	SI	Metales provenientes del mezclador.	B	A	Aplicar BPM Detector de metales previo al empaque
11. Extrusión	BIOLOGICO Bacterias patógenas coliformes(<i>E.coli 0157HT</i>) del agua <i>Staphilococcus aureus.</i>	SI	Materias primas pueden estar contaminar por la calidad de agua utilizada en el acondicionamiento	B	M	Aplicar Buenas prácticas de manufactura o agua potable . La temperatura del proceso y la humedad final del producto a la salida.
	QUÍMICO Residuos de compuestos de desinfectantes y detergentes	SI	Inadecuado procedimiento de limpieza de los equipo	B	B	Aplicar adecuados SSOP
	FISICO Cuerpos extraños (metales)	SI	Metales provenientes del extrusor	B	A	Aplicar BPM Detector de metales previo al empaque

12. Saborizado en el mezclador	BIOLOGICO	NO				
	QUÍMICO Residuos de compuestos de desinfectantes y detergentes	SI	Inadecuado procedimiento de limpieza de los equipo	B	B	Inadecuado procedimiento de limpieza de los
	FISICO Cuerpos extraños(metales)	SI	Metales provenientes del mezclador.	B	A	Aplicar BPM Detector de m previo al emp
13. Secado	BIOLOGICO	NO				
	QUÍMICO Residuos de compuestos de desinfectantes y detergentes	SI	Inadecuado procedimiento de limpieza de los equipo	B	B	Aplicar adecu SSOP
	FISICO Cuerpos extraños(metales)	SI	Metales provenientes del mezclador.	B	A	Aplicar BPM Detector de m previo al emp

14. Detección de metales	FISICO Cuerpos extraños(metales)	SI	Desprendimientos de metales de los equipos.	B	A	Utilizar un detector de metales y mantenimiento preventivo del equipo
15. Empacado	BIOLOGICO <i>Staphylococcus Aureus</i>	SI	Manipulación del producto final en el empaque	M	M	Aplicar BPM's y capacitación del personal. Uso de guantes, cofia, mascarillas
16. Almacenamiento	BIOLOGICO Hongos y Levaduras	SI	Mal sellado y ganancia de humedad del producto en almacenamiento	B	M	Control y mantenimiento preventivo de la selladora.

Tabla # 81. Límites Críticos, Monitoreo y Acciones Correctivas

Paso proceso/PCC	Peligro	Límites críticos	Monitoreo			
			Que	Como	Frecuencia	Quien
PCC 1 Almacenamiento del Chocho Desamargado	Presencia de Alcaloides	Menor a 0.07%	Porcentaje de Alcaloides	El departamento de gestión de calidad debe certificar a un proveedor para que cumpla con el % de alcaloides. Además se debe analizar la concentración de alcaloides en los lotes	El análisis de concentración de alcaloides se la hace en cada lote. Las auditorias al proveedor es trimestral	Laboratorio Gestión

				para verificar y aceptar la materia prima. También se realizará auditorias trimestrales al proveedor		calida
PCC 2 Detección de metales	Presencia de metales	Menor a 3.5 mm	Presencia de metales	Controla con el detector de metales antes del empacado	Siempre	Oper encar

CAPITULO XIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1 Conclusiones:

- Se logró elaborar un snack extruido expandido a base de una mezcla de chocho y maíz mediante el proceso tecnológico de la extrusión.
- Se encontró una forma alternativa de consumir chocho diferente al consumo tradicional del mismo.
- Se desarrolló un snack atractivo y nutritivo, ChocoCorn, que puede incentivar el consumo del chocho, producto ancestral andino, en las nuevas generaciones.
- Después de la elaboración de varios prototipos, se observó que la extrusión con expansión es posible utilizando una mezcla de chocho y maíz con 20%-80% y 25%-75% de chocho y maíz respectivamente, en base seca.
- Se observó que la extrusión con expansión con una mezcla de 30% de chocho y 70% de maíz en base seca en el extrusor MILTENZ 51-SP de un solo tornillo, no es posible.
- Se determinó que para obtener el mejor grado de expansión con la mayor cantidad de chocho posible, se escoge la mezcla con 20% de chocho y 80% de maíz en base seca.
- La elaboración de varios prototipos permitió llegar a conclusiones importantes acerca del proceso tecnológico de la extrusión; se encontró que a menor diámetro de orificio de los dados, mayor expansión del producto; la humedad de la mezcla es

importante para la crujencia del producto; y, el incremento del contenido de proteína en la mezcla reduce las posibilidades de una extrusión con expansión.

- Durante el desarrollo del snack ChochoCorn, se encontró necesario realizar un tratamiento de secado del chocho desamargado debido al alto contenido de agua presente en el mismo (70 a 72% agua) para poder incrementar la cantidad de chocho en la mezcla manteniendo los niveles de humedad necesarios para la extrusión (cap. 6).
- Después de realizar un estudio de mercado, se estableció como grupo meta del snack ChochoCorn a los jóvenes (18- 25 años) por preocuparse por el valor nutricional de los snacks que consumen y ser consumidores habituales de los mismos.
- Se observó que la elaboración de un snack hecho a base de chocho y maíz sería factible debido a que la mayoría de personas encuestadas consume chocho y estarían dispuestas a consumir este snack.
- Se encontró que a pesar de que a los adolescentes no les llama la atención el poder consumir un snack nutritivo, siguen siendo consumidores frecuentes de snacks; por lo tanto, el snack de chocho y maíz, ChochoCorn, al ser un producto sensorialmente atractivo puede llamar su atención y también encontrar participación en este nicho de mercado.

- Se observó que para realizar la estrategia de marketing, debido a la falta de conocimiento por parte de los consumidores, es necesario hacer énfasis en la ventaja nutritiva que la combinación cereal/leguminosa aporta al snack.
- Después del análisis de los resultados sensoriales de la prueba de ordenamiento por rangos y el método de análisis estadístico del índice R, se determinó que no existe diferencia significativa entre la preferencia de los consumidores por los tres sabores del snack ChochoCorn: natural, limón y picante.
- El snack ChochoCorn en las presentaciones natural, limón y picante son aceptados por los consumidores encuestados por ser sabores comunes en otros tipos de snacks.
- Para la mayoría de encuestados, el snack ChochoCorn cumple con las expectativas de sabor de un snack ideal y la mayoría de ellos están dispuestos a comprarlo.
- Se observó que la extrusión del prototipo con 30% de chocho y 70% de griz de maíz en base seca, que era el prototipo que podía cumplir con el objetivo de complementación de aminoácidos en una relación 2 a 1 (cereal/leguminosa), en el Extrusor MILTENZ 51-SP de un solo tornillo no es posible ya que dio como resultado un producto final con características físicas no deseadas en cuanto a expansión y textura; además, las condiciones de presión y temperatura a las que el extrusor trabajó con este prototipo, estuvieron en un rango por encima del nivel de seguridad.
- La mezcla de la formulación final del snack ChochoCorn tiene 20% de chocho y 80% de maíz en base seca, la misma que al ser extruida en el Extrusor MILTENZ

51-SP de un solo tornillo y utilizando 2 dados de 4mm, presentó mejor grado de expansión con la mayor cantidad de proteína posible.

- No se logró que el snack ChochoCorn fruto de la mezcla de una leguminosa, como el chocho y un cereal, como el maíz, tenga la complementación de aminoácidos esperada ya que debido a las características sensoriales esperadas para el snack, se dio prioridad al grado de expansión y, al aumentar el contenido de proteína (mayor porcentaje de chocho) en la mezcla, hay menor grado de expansión del producto final.
- Se realizó un análisis teórico de aminoácido de la formulación final del snack ChochoCorn con 20% de chocho y 80% de maíz en base seca y como resultado del cálculo del score químico se observó que el producto seguía teniendo como aminoácidos limitantes a la lisina de acuerdo a las necesidades de los preescolares; y metionina de acuerdo a los requerimientos de los preescolares y escolares. Con respecto a las necesidades de los adultos, el snack ChochoCorn no tiene aminoácidos limitantes.
- El análisis teórico de aminoácidos y el cálculo del score químico no es suficiente para determinar la calidad proteica del snack ChochoCorn. Para determinar la calidad proteica del mismo son necesarios análisis adicionales como el valor biológico de la proteína del snack, el índice de eficiencia proteica, índice de digestibilidad verdadera y una calificación de aminoácidos corregida por la digestibilidad de la proteína (PDCASS).

13.2 Recomendaciones

- El secado del chocho desamargado debe realizarse hasta temperaturas no mayores de 70° C ya que se puede producir gelatinización del almidón del chocho a mayores temperaturas y esto no permite una extrusión estable como se constató al utilizar el Extrusor MILTENZ 51-SP de un solo tornillo.
- Es importante controlar que las condiciones a las que trabaja el extrusor durante el proceso sean constantes y no estén por encima del límite de seguridad del extrusor.
- El control de la humedad de la mezcla antes de la extrusión es importante para que el extrusor trabaje a condiciones constantes, dependiendo de las características del extrusor y de la mezcla a extruir se debe encontrar el porcentaje de humedad óptimo para lograr resultados satisfactorios, que en el caso del snack ChochoCorn extruido con el Extrusor MILTENZ 51-SP de un solo tornillo fue del 17% sin embargo, esta humedad puede no funcionar igual con otros tipos de mezclas o utilizando otros tipos de extrusores.
- Para lograr un secado con mayor homogeneidad y en menor tiempo de secado, sería aconsejable utilizar un secador de bandejas con mejor circulación de aire en todas las bandejas.
- Para hablar de un snack nutritivo desde el punto de vista proteico, es necesario realizar un análisis de aminoácidos del snack ChochoCorn así como determinar su calidad proteica mediante análisis como el valor biológico, digestibilidad verdadera, índice de eficiencia proteica y PDCASS.
- El prototipo de 30% de chocho y 70% de griz de maíz podría ser extruido en un extrusor de doble tornillo para que haya mayor hidrólisis del almidón y así verificar

si mejora el grado de expansión alcanzado con el Extrusor MILTENZ 51-SP de un solo tornillo.

- Se aconseja saborizar el snack ChochoCorn por aspersión con un equipo apto para este fin, lo que permitiría un saborizado más homogéneo en menor tiempo. El saborizado debería realizarse a la salida del extrusor cuando el producto sale caliente para que el sabor se fije con mayor facilidad al producto.

BIBLIOGRAFÍA

- Anzaldúa Morales, Antonio. (2005) *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Zaragoza: Editorial Acribia.
- Badui Dergal, Salvador. (2006). *Química de los alimentos*. México: Pearson Educación.
- Baca, Urbina, Gabriel. (2001). *Evaluación de proyectos*. México D.F: Mc Graw Hill.
- Berdanier, C., Dwyer, J., y Feldman, E. (2010). *Nutrición y Alimentos*. México D.F: McGraw Hill / Interamericana Editores.
- Bi, Jian. (2006). *Statistical Analyses for R-Index*. Journal of sensory studies. 21, 584-600.
- Bi, J. y O'Mahony, M. (2007). *Updated and extended table for testing the significance of the R-Index*. Journal of sensory studies.22, 713-720.
- Byrd-Bredbenner, C., Beshgetoor, D., Moe, G., y Berning, J. (2010). *Wardlaw Perspectivas en Nutrición*. México D.F: McGraw-Hill Interamericana Editores.
- Bureau, G. y Multon, J.L. (1995). *Embalaje de los Alimentos de Gran Consumo*. Zaragoza: Editorial ACRIBIA S.A.
- Caicedo, C., Villacrés, E., y Peralta E. (1998). *Disfrute cocinando con chocho*. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). Recuperado el 24 de Septiembre del 2009, de: http://www.iniap-ecuador.gov.ec/archivos/variedades_publicaciones/61.pdf.
- Callejo, María. (2002). *Industria de Cereales y Derivados*. Madrid: Ediciones mundi prensa.

- Chambers, E. IV y Baker, M. (2005). *Sensory Testing Methods*. Lancaster: ASTM.
- Codex Alimentarius. (2003). *Código internacional de prácticas recomendado-principios generales de higiene de los alimentos CAC/RCP 1-1969*. Recuperado el 15 de Mayo de 2010, de:
www.codexalimentarius.net/download/standards/23/cxp_001s.pdf
- Codex Alimentarius. (2004). *Norma Directrices Generales sobre el muestreo CAC/GL 50-2004*. Recuperado el 28 de Agosto del 2010, de:
www.codexalimentarius.net/download/standards/.../CXG_050s.pdf
- Colección FAO Alimentación y nutrición N°25. (1993). *El Maíz en la Nutrición Humana*. Recuperado el 15 de Septiembre del 2009, de:
<http://www.fao.org/docrep/t0395s/t0395s00.htm>
- Díaz, A. (1999). *Determinación del efecto de Lupamina y de Esparteína, administradas por vía oral, sobre el comportamiento de pollor Broiler*. Tesis de Licenciado en Medicina Veterinaria. Universidad Austral de Chile. Recuperado el 18 de octubre de 2009, de: <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/212>
- FAO. (2010a). *SNACK FOODS*. Recuperado el 12 de Enero 2010, de:
<http://www.fao.org/wairdocs/x5434e/x5434e08.htm>
- FAO. (2010b). *Aspectos nutricionales de los cultivos andinos subexplotados*. Recuperado el 23 de Marzo del 2010, de:
<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro12/cap2.htm>
- FEDEXPOR (1998). *Requisitos y trámites para obtener el registro sanitario*. Recuperado el 22 de julio de 2010, de:
www.fedexpor.com/img/req_permiso_sanitario.pdf.
- Fennema, Owen. (2000). *Química de los Alimentos*. Zaragoza: Editorial Acribia, S.A.

- Gershwin, E., German, J., Keen, C. (2000). *Nutrition and Immunology Principles and Practice*. New Jersey: Humana Press Inc.
- Guy, Robin. (2002). *Extrusión de Alimentos: Tecnología y aplicaciones*. España: Editorial Acribia S.A.
- Huber, Gordon. (2001). *Developments and Trends in Extruded Snacks*. Recuperado el 14 de Enero 2010, de: <http://www.foodproductdesign.com/articles/2001/06/developments-and-trends-in-extruded-snac.aspx>
- Hyginov, Gritt. (2006). *Guía para la elaboración de un plan de limpieza y desinfección*. Zaragoza, Editorial Acribia S.A
- IEPI. Instituto Ecuatoriano de Propiedad Intelectual. (2010). *Guía para los solicitantes de patentes de Invención*. Recuperado el 20 de Mayo del 2010, de: www.iepi.gob.ec/files/formularios/patentes_guiasolicitante.doc
- INEC Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, EC. (2001). *Sistema Estadístico Agropecuario Nacional: encuesta por superficie y producción por muestreo de áreas*. Quito, EC, MAG. P: 57-58, 117.
- INEN. Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2008). *Agua Potable Requisitos*. NTE INEN 1 108: 2008.
- INEN. Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1995). *Granos y cereales. Maíz molido, sémola, harima, gritz. Requisitos*. NTE INEN 2 051:1995.
- INEN. Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2004a). *Leguminosas. Grano desamargado de chocho. Requisitos*. NTE INEN 2 390:2004.
- INEN. Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1980-10). *Método de muestreo sistemático*. NTE INEN 483 1980-10

- INEN. Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2004b). *Módulo: HACCP. Norma NTE INEN ISO/IEC 22000*. Ecuador : 2004
- INEN. Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2009). *Procedimientos de muestreo para inspección por atributos- Parte 10: Introducción a la serie de normas de muestreo NTE INEN-ISO 2859 para la inspección de atributos*. NTE INEN-ISO 2859-10:2009.
- INEN. Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1980). *Productos Empaquetados o envasados*. NTE INEN 483 1980-10
- INEN. Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2008a). *Requisitos obligatorios en el rotulado de productos envasados*. NTE INEN 1 344-1:2008.
- INEN. Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2008b). *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado Nutricional*. NTE INEN 1 344-2:2008
- INEN. Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2006). *Sal para el Consumo Humano. Requisitos*. NTE INEN 57:2006
- ISO 22000: 2005. *Sistemas de Gestión de la Inocuidad de los Alimentos- Requisitos para cualquier Organización en la Cadena Alimentaria*.
- Jarrín P. (2003). *Tratamiento del agua de Desamargado de Chocho, proveniente de la planta piloto de la Estación Santa Catalina INIAP*. Tesis de Doctor en Bioquímica y Farmacia. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador.
- Kochen, E., Sandhu, R., y Axtell, B. (1993). *Procesamiento de Cereales*. New York. UNIFEM: Segunda edición.
- Mataix, Jose. (2005). *Nutrición y Alimentación Humana: Nutrientes y Alimentos*. Barcelona: MMV Editorial Oceano.

- Moragas, Manuel. (2008). *Recopilación de normas microbiológicas de los alimentos y asimilados y otros parámetros físico-químicos de interés sanitario. Norma Ayto de Bilbao*. Recopilado el 14 de Abril del 2010, de: <http://www.eurocarne.com/informes/pdf/normas-microbiologicas.pdf>
- Noboa, G. (2002). *Reglamento Oficial BPM Ecuador*, Presidente Constitucional de la República.
- Nossack, A., Volegas, J., Baer D., Lancas, F. (2000). Supercritical Fluid Extraction and Chromatographic Analysis of Lupinus. *Journal of Brazilian Chemical Society*. Recuperado el 18 de octubre de 2009, de: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/212>
- NTC. Norma Técnica Colombiana. (1996) *Industrias Alimentarias. Extruidos Expandidos a Base de Cereales*. NTC 3659: 1996.
- Pedrero, D. y Pamgbor, R. (1997). *Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos*. México: Alhambra Mexicana.
- Polledo, Juan Francisco. (2002). *Gestión de la Seguridad Alimentaria. Análisis de su aplicación efectiva*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Robinson, Davis. (1991). *Bioquímica y valor nutritivo de los alimentos*. Zaragoza: Editorial Acribia S.A.
- Sánchez-Otero, Julio. (2007). *Introducción al diseño experimental*. Ecuador, 2007.
- SICA. Servicios de Información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. (2009). *Panorama de la Cadena del Maíz*. Recuperado el 28 de septiembre del 2009, de: http://www.sica.gov.ec/cadenas/maiz/docs/panorama_cadena2002.html
- Singh, P., Heldman, D. (2001). *Introduction Food Engineering*. California: An imprint of Elsevier.

- Vidales, Ma. Dolores. (1995). *El Mundo del Envase*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili S.A.
- Villacrés, E.; Peralta, E y Álvarez, M. (2003). *Recetario de Chochos en su Punto*. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). Recuperado el 22 Septiembre 2009, de:
http://www.iniapecuador.gov.ec/archivos/variedades_publicaciones/62.pdf
- Villacrés, E.; Rubio, A. y Egas, L. (2006). *Usos alternativos del chocho*. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). Recuperado el 25 Septiembre 2009, de:
http://www.iniap-ecuador.gov.ec/archivos/variedades_publicaciones/40.pdf
- Wildbrett, G. (2006). *Limpieza y desinfección en la industria alimentaria*. Zaragoza: Editorial Acribia S.A.
- Whitney, E., y Rolfes, S. (2008). *Understanding Nutrition*. California: Thomsom Higher Education.