



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

DESARROLLO DE UN SNACK POR EXTRUSIÓN DE LA MEZCLA DE MAÍZ *Zea mayz* QUINUA *Chenopodium quínoa* Y CHOCHO *Lupinus mutabilis Sweet* SABORIZADO.

Autora:

Remache Limaico Alicia Susana

Director:

Ing. Luis Armando Manosalvas Quiroz

Asesores:

Dra. Toromoreno Lucía

Ing. Satama Ángel

Ing. Carvajal Diego

Ibarra - Ecuador

2016

Lugar de la investigación:

El desarrollo experimental, se realizó en los laboratorios de Nutrición y Calidad del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Santa Catalina (INIAP).

HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR



APELLIDOS: Remache Limaico

NOMBRES: Alicia Susana

C. CIUDADANÍA: 1003390257

EDAD: 28 años.

NACIONALIDAD: Ecuatoriana

ESTADO CIVIL: Soltera

TELÉFONO CONVENCIONAL: 0622533484

TELÉFONO CELULAR: 0990638009

CORREO ELECTRÓNICO: alis-susi146@hotmail.com

DIRECCIÓN: Provincia: Imbabura
Ciudad: Antonio Ante
Parroquia: Chaltura

AÑO: 2016


Registro Bibliográfico

Remache Limaico Alicia Susana **DESARROLLO DE UN SNACK POR EXTRUSIÓN DE LA MEZCLA DE MAÍZ *Zea mays* QUINUA *Chenopodium quinoa* Y CHOCHO *Lupinus mutabilis Sweet* SABORIZADO TRABAJO DE GRADO.** Ingeniera Agroindustrial. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Ibarra. EC. Julio. 2016. 119p.

DIRECTOR: Ing. Luis Manosalvas

Se logró elaborar un snack extruido expandido con una sustitución en mezcla del maíz hasta en un 30% con quinua y chocho mediante el proceso de extrusión. El porcentaje de humedad inicial de 20 y 15 por ciento en las diferentes mezclas afecto inversamente a la textura del producto terminado, debido a la influencia en las características de la masa que fluyen en la cámara de cocción del extrusor.

Los tratamientos con temperatura de extrusión de 105°C, porcentaje de sustitución de la mezcla (70% maíz- 25% quinua -5% chocho) y humedad de mezcla de 20 y 15%, durante el proceso de extrusión tuvieron mayor efecto sobre el aumento del contenido de proteína y textura. El tratamiento T2 con sustitución de la mezcla (70% maíz- 25% quinua -5 % chocho), humedad de mezcla 20% y perfil de temperatura de 105°C,


Ing. Luis Armando Manosalvas Quiroz

f) DIRECTOR DE TESIS

Julio 2016


Alicia Susana Remache Limaico

f) AUTORA

ARTÍCULO CIENTÍFICO

TÍTULO: DESARROLLO DE UN SNACK POR EXTRUSIÓN DE LA MEZCLA DE MAÍZ *Zea mays* QUINUA *Chenopodium quinoa* Y CHOCHO *Lupinus mutabilis Sweet* SABORIZADO.

Autora: Remache Limaico Alicia Susana

Director: Ing. Manosalvas Quiroz Luis Armando

1.- Resumen

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Nutrición y Calidad del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, provincia de Pichincha. El objetivo fue Extruir la mezcla de maíz *Zea mays* quinua *Chenopodium quinoa* y chocho *Lupinus mutabilis Sweet* para la obtención de un snack saborizado, con tres factores de estudio, como: porcentaje de sustitución de la mezcla maíz por quinoa y chocho, porcentaje de humedad de la mezcla y perfil de temperatura de extrusión. El modelo estadístico utilizado en la investigación fue el diseño completamente al azar, con arreglo factorial $A \times B \times C + 1$, con doce tratamientos más un testigo y con tres repeticiones, dando un total de 39 unidades experimentales, con un peso de 3 kg por unidad. El análisis funcional se realizó con la prueba de Tukey (p 0.05)

para tratamientos y la Diferencia Media Significativa (DMS) (0.05) para factores. Las variables cuantitativas evaluadas fueron: peso, contenido de humedad, proteína, extracto etéreo, cenizas, carbohidratos totales, fibra, grado de expansión, rendimiento y análisis microbiológico. Mientras, las variables cualitativas organolépticas evaluadas fueron: color, olor, sabor y textura. Los tratamientos con temperatura de extrusión de 105°C, porcentaje de sustitución de la mezcla (70% maíz- 25% quinua -5% chocho) y humedad de mezcla de 20 y 15%, durante el proceso de extrusión tuvieron mayor efecto sobre el aumento del contenido de proteína y textura. El tratamiento T2 con sustitución de la mezcla (70% maíz- 25% quinua -5 % chocho), humedad de mezcla 20% y perfil de temperatura de 105°C, fue mejor por su mayor contenido de proteína 13% y una textura aceptable durante el proceso.

Abstract

This research has been made at the Laboratory of Nutrition and Quality from National Institute for Agricultural Research in the Pichincha Province. The objective was extrude the mixture of corn Zea mays Quinoa Chenopodium quinoa and lupine Lupinus mutabilis Sweet to obtain a flavored snack with three factors of study, such as: percentage of substitution of corn mixture quinoa and lupine, moisture content of the mixture and extrusion temperature profile .The statistical model used in the research was the Completely Randomized Design , with factorial arrangement with AxBxC +1 , with twelve treatments plus a witness and with three repetitions , giving 39 experimental units total , with a weight of 3 kg for each unit. Functional analysis was performed using the Tukey test (P 0.05) to the treatments and Media Significant Difference (DMS) (0.05) for the factors. Quantitative variables were: weight , moisture content , protein, ether extract, ash ,total carbohydrates , fiber, degree of expansión, performance and microbiological analysis. While the organoleptic qualitative variables were evaluated: color, smell, taste and texture. Treatments with extrusion temperature of 105 ° C , degree of substitution of the mixture (70 % corn-25% quinoa,5% lupine) and moisture mixture 20 and 15%, during the extrusion process had greater effect on increasing protein content and texture .Treatment with replacement T2 mixture (70 % corn-25% lupine-5% quinoa) , 20% moisture mixture and temperature profile of 105 ° C , was better

for its higher protein content 13% and an acceptable texture during the process.

Keywords: humidity, temperature, partial replacement, expansion degree, cereals.

3.- Introducción

La baja disponibilidad de alternativas de procesamiento y escasa investigación de la quinua *Chenopodium quinoa* y el chocho *Lupinus mutabilis Sweet*, está limitada a formas tradicionales de consumo de estos productos.

Según (García, 2012) El desconocimiento de las propiedades nutricionales y la escasa cultura de consumo, hace que estos productos sean poco apreciados como alternativas alimentarias, además, de otros cultivos andinos, que podrían contribuir a resolver en parte la desnutrición en el Ecuador”.

Existe demanda de productos ricos en calcio, proteínas, vitaminas y minerales, lo que hace necesario el desarrollo de investigaciones que permitan un conocimiento sobre todos los aspectos del cultivo y alternativas de procesamiento de la quinua *Chenopodium quinoa* y el chocho *Lupinus mutabilis Sweet*. (Caicedo, 2009)

Por lo general los cereales presentan una baja digestibilidad, a excepción de la quinua que presenta una digestibilidad de aproximadamente 80%. Esta calidad mejora con el proceso de extrusión puesto que aumenta la digestibilidad de estos productos; además las altas temperaturas alcanzadas propician la desactivación de factores tóxicos o antinutricionales, también la destrucción de la carga microbiana. (Garcia, 2012).

3.1 Objetivo General:

- Extruir la mezcla de maíz *Zea mays* quinua *Chenopodium quinoa* y chocho *Lupinus mutabilis Sweet* para la obtención de un snack saborizado.

3.1.1 Objetivos Específicos:

- Determinar las características físico- químicas de las materia primas (humedad, proteína, fibra, grasa, carbohidratos).
- Evaluar los parámetros de extrusión (porcentaje de mezcla, porcentaje de humedad y temperatura) sobre la textura y humedad luego de la extrusión y del producto final.

- Determinar las características físico-químico (humedad, proteína, fibra, grasa, carbohidratos) y calidad sensorial del producto final.

4.- Materiales y métodos

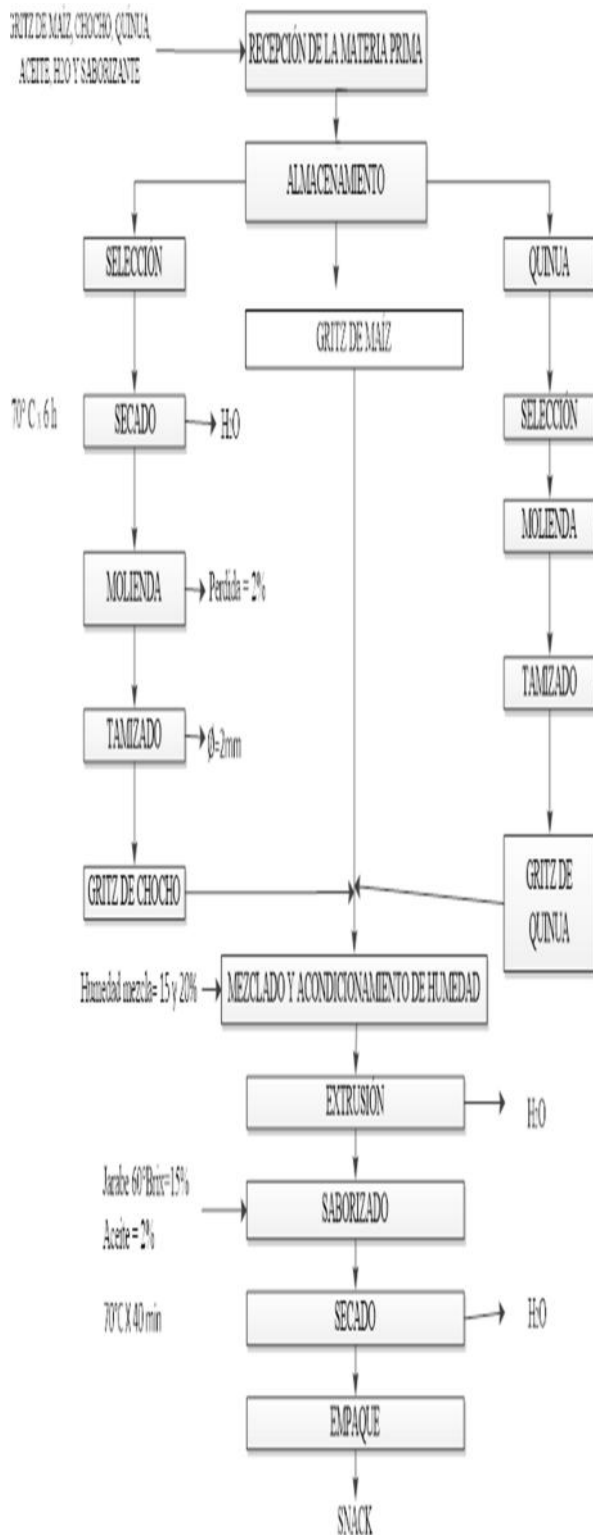
El desarrollo experimental se realizó en el Departamento de Nutrición y Calidad del Instituto Nacional de investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Santa Catalina (INIAP), ubicada en el sector de Cutuglagua, Cantón Mejía, Provincia Pichincha.

Se utilizó un Diseño Experimental Completo al Azar con un arreglo factorial A x B x C + 1 en el cual se evaluaron 12 tratamientos con tres repeticiones más el testigo.

PROVINCIA	Pichincha
CANTON	Mejía
PARROQUIA	Cutuglagua
ALTITUD	3058 m.s.n.m
LATITUD	00° 22" S
LONGITUD	78° 23" O
HUMEDAD RELATIVA	79 %
PLUVIOSIDAD	1.400 mm anual
TEMPERATURA PROMEDIO	12°C

Fuente: (INIAP.GOB.EC, 2010)

Diagrama de bloques para la elaboración de un snack extruido.



Variables Evaluadas:

Variables cuantitativas

En la materia prima: gritz de (maíz, quinua y chocho)

PARÁMETROS	MÉTODO
Húmeda	AOAC 925.10
Proteína	AOAC 920.87
Extracto etéreo	AOAC 920.85
Cenizas	AOAC 923.03
Carbohidratos totales	CALCULO
Fibra	AOAC 920.85

- Granulometría
- peso

En el producto terminado:

- Peso
- Grado de expansión
- Rendimiento
- Análisis microbiológico (Recuento de Aerobios Mesófilos y Coliformes Totales, Mohos, Levaduras).
- Análisis sensorial (color, olor sabor, textura)
- Análisis físico químico (humedad, proteína, fibra, grasa, carbohidratos)

Variables cualitativas

- * Color
- * Olor
- * Sabor
- * Textura

5.- Resultados y discusiones

(Hi).- La mezcla de gritz de maíz, quinua y chocho, el porcentaje de humedad y temperatura, **inciden** en las características físico- químicas y organolépticas del producto final.

(Ho).- La mezcla de gritz de maíz, quinua y chocho, el porcentaje de humedad y temperatura, **no inciden** en las características físico- químicas y organolépticas del producto final.

Composición nutricional del gritz de (maíz, quinua y chocho).

Parámetros	Unidad	Gritz de maíz	Gritz de quinua	Gritz de chocho
Humedad	%	12,00	12,45	13,23
Proteína	%	8,83	16,25	48,50
Extracto etéreo	%	3,11	8,39	14,63
Cenizas	%	0,94	3,73	2,36
Carbohidratos	%	75,12	59,38	21,28
Fibra	%	0,85	9,77	10,46

La tabla indica la composición físico química (humedad, grasa, proteína, fibra y carbohidratos totales), donde se observa que están dentro de la norma INEN 2 051:1995.: Granos y cereales. Maíz molido, sémola, harina, gritz. Debido a que influyen en las características y propiedades finales de la masa que fluye dentro del extrusor (Martinez, 2012).

Proteína



Luego de realizar el análisis de proteína se observa, el efecto de la sustitución de maíz por la quinua y chocho en la elaboración del snack extruido; ya que a mayor porcentaje de sustitución de quinua y chocho el porcentaje de proteína aumenta. A diferencia del testigo que es 100% maíz donde el contenido de proteína es menor.

Por otra parte (Garcia, 2012) menciona que las proteínas, crean elasticidad limitando así la expansión del producto extruido, por lo que se debe controlar la temperatura del tratamiento térmico para disminuir el porcentaje de pérdida de nutrientes y la desnaturalización de la proteína durante la extrusión.

Prueba Tukey para Grado de expansión (g/ml).

Simbología	Tratamientos	Promedio	Rangos
Testigo	Testigo	0,88	a
a3b2c2	T12	0,77	b
a3b2c1	T11	0,76	c
a3b1c1	T9	0,73	d
a3b1c2	T10	0,72	e
a2b2c1	T7	0,68	f
a2b1c1	T5	0,64	g
a2b2c2	T8	0,63	h
a2b1c2	T6	0,61	i
a1b2c2	T4	0,49	j
a1b1c1	T1	0,48	k
a1b2c1	T3	0,43	l
a1b1c2	T2	0,42	m

Al realizar la prueba de Tukey en los tratamientos, se observa que al sustituir el maíz por quinua y chocho la expansión disminuye, debido a que la mezcla contiene mayor porcentaje de proteína en el producto final.

También (Cadena, 2010) señala que a niveles altos de proteína en las materias primas, tienden a reducir la expansión, la extensibilidad de la espuma del polímero de almidón. Por otra parte (Ainsworth, 2014) menciona que valores menores de 60% de almidón o menores, disminuyen el grado expansión del producto final.

6.- Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- La composición físico química (humedad, proteína, extracto etéreo, cenizas y carbohidratos totales, de las materias primas, como son: los gritz de maíz, quinua y chocho están dentro de los parámetros de la norma INEN 2 051:1995.
- Se logró elaborar un snack extruido expandido con una sustitución en la mezcla del maíz hasta un 30% con quinua y chocho mediante el proceso de extrusión.
- Una vez realizado el análisis de proteína se observó que del tratamiento T2 (70% maíz, 25% quinua y 5% chocho), obtuvo 13% de proteína y el testigo (100% maíz) con 5,20% proteína, por lo que se indica un incremento con relación al testigo en un 7,8%.
- El porcentaje de humedad inicial del 20 y 15 por ciento en las diferentes mezclas afecto en proporción inversa a la textura del producto terminado, debido a la influencia en las

características de la masa que fluye en la cámara de cocción del extrusor.

- El testigo (100% maíz) con relación al tratamiento T2 (70% maíz –25% quinua – 5% chocho), presenta un mayor índice de expansión de 0,46 debido a un alto contenido de almidón que provoca un mayor grado de expansión durante la extrusión.
- Los tratamientos con temperatura de extrusión de 105°C, porcentaje de sustitución de la mezcla (70% maíz- 25% quinua -5% chocho) y humedad de la mezcla de 15%, durante el proceso de extrusión tuvieron mayor efecto sobre el aumento del contenido de proteína y textura.
- Del análisis sensorial se concluye que los porcentajes de sustitución de maíz por quinua y chocho en la elaboración del snack fueron aceptados por los degustadores observándose que el tratamiento T2 obtuvo la valoración más alta, debido a que a menor temperatura durante

la cocción provoca que la mezcla sea más homogénea y de color uniforme.

Recomendaciones:

- Se recomienda controlar las condiciones del extrusor (temperatura, presión, diámetro de los orificios de la boquilla) debido a que afectan significativamente el producto final.
- Cambiar los diámetros de boquilla de 2mm y 4mm, según sea el aumento de sustitución de materias primas que contengan alto porcentaje de proteína en su composición nutricional.
- Se recomienda utilizar la quinua en porcentaje menores al 25% de sustitución, ya que disminuye el grado de expansión en el producto final.
- Variar los porcentajes de sustitución de chocho en 10, 15% para incrementar el nivel proteico del producto extruido.
- Se debe realizar análisis físico químico de las materias primas

ya que a mayor porcentaje de proteína el grado de expansión disminuye afectando el volumen del producto final.

- El porcentaje de humedad de la mezcla debe estar dentro de los rangos de 15 a 30% con el fin de alcanzar las condiciones constantes del extrusor.

7.- Referencias

Libros

- Ainsworth, P. (2014). Manual de procesos de alimentos.
- Apaza, F. S. (2010). Competitividad de la quinua. una aplicación del modelo de Michael Porter. Lima.
- Cadena, C. (2010). Elaboracion de un snack extruido expandido a base de chocho y gritz de maiz. Quito.
- Caicedo. (2009). Limitaciones del consumo de chocho.
- Cerda, N. (2012). La quinua en el Ecuador situacion actual y su industrializacion.
- Egoavil. (2011). Propiedades nutricionales del chocho y quinua.
- FAO. (23 de Abril de 2010). Estudio del valor nutritivo de los snacks.
- Fernandez, J. (2010). Estudio de la interacción de los biopolímeros caseína y almidón por el proceso de extrusión.
- Flores. (2013).
- García. (2009). Revisión de aplicaciones de extrusión.
- GARCIA, G. (2004). Estudio de los cultivos andinos en el Ecuador . ESPOCH-INIAP.
- Garcia, G. (2012). Estudio de cultivos andinos en el Ecuador. ESPOCH-INIAP.
- Guy, R. (2009). Extrusión de Alimentos: Tecnología y aplicaciones. España: Editorial Acribia S.A.
- Huber, G. (2010). Developments and Trends in Extruded Snacks.
- Imbaquingo, C. S. (2008). Consumo de leñas y propuestas de plantaciones energéticas en el area rural.
- INEC, M. S. (2010). II Censo nacional agropecuario. QUITO.
- INIAP. (2011). estudio de la comercialización y producción de productos andinos.

- INIAP.GOB.EC. (2010). Características geológicas.
- (2012). Invoagro. En Ciencia y tecnología agropecuaria. Chile: Universidad Católica de Temuco.
- Junovich. (2012). Producción de productos andinos en Ecuador.
- Kent, N. (2013). Tecnología de cereales. España: Acribia.
- LLopez, V. (2012). Definición de la quinua. Composición química de los alimentos.
- Martel, R. R. (2011). Calidad nutricional de un producto extruido fortificado con dos niveles de hierro proveniente de harina de sangre bovina”. Universidad Nacional Mayor De San Marcos, Peru.
- Martinez. (2012). Desarrollo de alimentos precosidos por extrusión a base de maíz y leguminosas.
- Mataix, J. (2012). Nutrición y Alimentación Humana: Nutrientes y Alimentos. Barcelona: Oceano.
- Milla, P., Chiran, D., Ibañez, P., Fernandez, A., & Dufour, A. (2012). Cinética del cambio de textura de papa amarilla (*Solanum Tuberosum*) durante la cocción en agua. Medellín: Vitae.
- Muños, L. (2012). Estación Experimental Santa Catalina Productos Andinos. Quito.
- Muñoz, J. G. (2010). Beneficios Nutricionales y Efectos en la Producción.
- Narvaez, M. (2010). Estudio de la comparación de mezclas de diferentes materias primas.
- Noriega, P. (2011). Manual de proceso de los alimentos.
- (2012). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2609:2012. Quito.
- Peralta E. (2009). La quinua un gran Alimento y su Utilización. Quito: INIAP.
- Pérez Córdova, A. R. (s.f.). Obtenido de <http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/3388>
- Pérez, O. J. (2012). Tecnología de alimentos extruidos. Cuba.
- Peru, M. d. (29 de octubre de 2013). Quinoa.pe Año internacional de la quinua. Obtenido de quinua.pe/quinua-usos/

- Ponce, J. (2010). Elaboracion de un extruido a base de cereales. Quito.
- PRONALEG. (2001). Poscosecha y mercado del chocho en el Ecuador. Quito.
- Robinson, D. (2012). Bioquímica y valor nutritivo de los alimentos. Zaragoza:: Editorial Acribia S.A.
- Rosero, J. P. (2012). Cultivo de granos andinos de Ecuador. Quito - Ecuador.
- Saenz, L. (2012). Fisico Quimico de Alimentos. Callao.
- Salas, A. (2012). Aplicacion del sistema haccp en los alimentos extruidos. Quito.
- Sanchez, P. (2013). Los snack en la alimentación.
- SANDRA ROMO, A. R. (2006). POTENCIAL NUTRICIONAL DE HARINAS DE QUINUA (CHENOPODIUM) (Vol. 4).
- SANIPATIN, -M. P. (2012). Obtenido de <http://repositorio.uotavalo.edu.ec>
- Sharma, S. . (2009). Ingenieria de alimentos. LIMUSA.
- SICA. (2009). Cultivos controlados. Obtenido de <http://www.sica.gov.ec/agronegoc>
- ios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/maiz/re
- Sierra, C. (2012). Utilizacion De La Harina De Quinoa (Chenopodium Quinoa Wild) En El Proceso De Panificación. Universidad De La Salle Facultad De Ingenieria De Alimentos.
- Supermercaado santa lucila, s. s. (2014). IBARRA.
- Tapia N, M. (2009). La quinua y la kañiwa: cultivos andinos. BOGOTA.
- TAPIA, M. e. (2010). Quinoa y Kañiwa (Vol. 4). Bogota.
- TERAN, G. (2010). Comportamiento de tres híbridos de maíz duro (Zea mayz L.).
- Túpaca, V. (2012). Influencia del tamaño de partícula, humedad y temperatura en el grado de gelatinización durante el proceso de extrusión de maca (Lepidium meyenii Walp). Lima.
- Valdivieso, M. B. (2010). Producción orgánica de cultivos andinos.
- Whitney, E.(2012). Understanding Nutrition. California: Thomsom Higher Education.