

Obtención de parámetros tecnológicos para la elaboración de productos nixtamalizados, tipo snacks fritos, a partir de cereales alto andinos: Maíz (*Zea mays*); Quinoa (*Chenopodium quinoa*); Kiwicha (*Amaranthus caudatus*).

Obtaining technological parameters for developing nixtamalized products, snacks fried type, from high Andean cereals: Corn (*Zea mays*); Quinoa (*Chenopodium quinoa*); Amaranth (*Amaranthus caudatus*).

Gisela Yvette Rodríguez Luque¹
Mariela Yáñez Luque²

RESUMEN

Objetivo: Elaborar Productos Nixtamalizados a partir de Cereales Alto Andinos (Maíz, Quinoa y Kiwicha).

Método: Es una investigación científica tecnológica de diseño experimental, aplicada para determinar el proceso de nixtamalización con cereales alto andinos.

El Método propuesto es el proceso de nixtamalización el cual consiste en el cocimiento del Cereales Alto Andinos (Quinoa, Kiwicha y Maíz) en una solución alcalina elaborada con cal. Para lograr la remoción del pericarpio, suavizar la textura del grano e impartir el sabor característico a los productos nixtamalizados. Una vez cocidos los granos se molturan en húmedo para obtener una masa, la cual es laminada, cortada, horneada y frita. Para luego ser envasada en condiciones óptimas.

Resultado: Se encontró los porcentajes adecuados de cal para la nixtamalización de la Quinoa y la Kiwicha, los cuales fueron 1.5% y 1% respectivamente.

El tiempo y temperatura adecuada para la cocción de la Quinoa y la Kiwicha fue de 15min. Y 90°C para ambos cereales.

El tiempo y la temperatura de horneado para la masa de cereales nixtamalizados fue de 7 min. Y 180°C.

El tiempo y temperatura de fritura del producto fue de 1.5 min a 200°C.

Conclusiones: Con los experimentos realizados se logró establecer un método adecuado para la elaboración de un nuevo producto nixtamalizado, demostrándose que es un producto rentable económicamente y de aceptación en la población consumidora de snacks fritos.

PALABRA CLAVE: Nixtamalizado 1, Cereales alto andinos 2, horneado 3, snacks fritos 4, cal 5

ABSTRACT

Objective: Develop nixtamalized products from the High Andean Grains (Corn, Quinoa and Amaranth).

Method: A technological scientific research experimental design applied to determine the nixtamalization process high Andean grains.

The proposed method is the nixtamalization process which involves the cooking of High Andean Grains (Quinoa, Amaranth and Corn) in an alkaline solution made with cal. To accomplish the removal of the pericarp, smooth grain texture and impart the characteristic flavor to nixtamalized products. Once cooked beans are ground to obtain a wet mass, which is rolled, cut, baked and fried. Before being packaged in good condition.

Result: The right percentages of lime for nixtamalization of Quinoa and Amaranth were found, which were 1.5 % and 1 % respectively.

Time and temperature suitable for cooking Quinoa and Amaranth was 15min. And 90 ° C for both grains.

The time and temperature for baking nixtamalized corn dough was 7 min. And 180 °C.

The frying time and temperature of the product was 1.5 min at 200 °C.

Conclusions: With the experiments were able to establish a suitable method for the preparation of a new nixtamalized product, showing that it is a cost-effective and acceptance in the consumer population fried snack product.

KEYWORD: nixtamalized 1 High Andean Grains 2 baking 3 4 fried snacks, cal 5.

1. Ingeniera en Industria alimentaria, especialista en Viticultura y Enología; y Gestión de la Calidad, Actualmente Labora como docente en la Universidad Privada de Tacna.
2. Ingeniera en Industria Alimentaria, especialista en Gestión de la Calidad y Procesos, Actualmente Labora como Ingeniera de calidad en la empresa CENCOSUD (supermercados Metro y Wong)

INTRODUCCIÓN

La Investigación consistió en obtener parámetros tecnológicos para la elaboración de productos Nixtamalizados, tipo snacks fritos, a partir de cereales alto andinos: Maíz (*Zea mays*); Quinoa (*Chenopodium quinoa*); Kiwicha (*Amaranthus caudatus*); y la aplicación de un horno rotativo.

El proceso que transforma el maíz en la masa que, finalmente, derivará en tortillas, se llama nixtamalización (del náhuatl nextli, “cal de cenizas”, y tamalli, “masa cocida de maíz”), técnica que a través del tiempo se ha ido industrializando

La investigación consiste en determinar un mejor método para la elaboración de productos nixtamalizados con cereales alto andino, a fin de lograr un nuevo producto el cual es una fuente abundante de calcio y de elevado valor proteico y nutricional, para lo cual se ha establecido parámetros óptimos de procesamiento. Además, se pretende obtener un mejor y mayor aprovechamiento de los cereales alto andinos.

Este proceso fue primeramente utilizado por las culturas mesoamericanas para la manufactura de muchos alimentos típicos que fueron y son el sustento principal de los pueblos mexicanos y centroamericanos.

La investigación consiste en introducir cereales andinos, como la quinua y la kiwicha al proceso de nixtamalización del maíz, para evaluar y determinar los parámetros ideales para su proceso.

La incorporación de la quinua y la kiwicha a este proceso fue con la finalidad de aumentar el valor proteico del nixtamal del maíz; ya que estos cereales complementan los aminoácidos esenciales del maíz haciendo del producto un alimento rico en nutriente.

Algunos trabajos que se han considerado como antecedentes investigativos son los siguientes:

- Crónicas del Maíz un grupo de biotecnólogos y bioingenieros del Cinvestav, desarrollaron un proceso de nixtamalización llamado Modernización tecnológica de la industria de la tortilla, el cual es más higiénico y económico; además, el producto final no pierde calidad nutritiva. “Es el proceso de extrusión. El extrusor es un tornillo sin fin cubierto por un cilindro, ambos metálicos. El cilindro, provisto de unas chaquetas de calentamiento electrónico, tiene en la parte superior una tolva de alimentación por la que se introduce el grano de maíz previamente molido en un molino normal; es decir, se introduce en forma de polvo de maíz, al cual se le agrega cal con niveles del 0.2 por ciento y la cantidad de agua necesaria para formar la masa cruda, la que el tornillo sin fin va jalando y mezclando al mismo tiempo que la va cociendo, simulando así el proceso de nixtamalización, que es propiamente el cocimiento del grano de maíz con cal. Al salir la masa ya cocida, ésta ya está lista para elaborar tortillas.” (Sánchez, F. González, J. 1994)

$$n = \frac{k^{2p} q^N}{(e^{2(N-1)} + k^{2p} q)}$$

- Efecto de la cocción del Maíz con cal sobre el contenido de ácido fítico, calcio y hierro disponible. Investigación del Instituto de Investigación “Centro de Estudios

en Ciencia y Tecnología". (URIZAR, A. L. & R. Bressani. 1999).

- Apuesta de un empresario. Con la innovación que modifica la nixtamalización del maíz y logra importantes reducciones en los costos económicos y contaminantes del proceso tradición para elaborar masa y tortillas. Esta investigación tecnológica derivó en el registro de la marca TORTISOL. (RUIZ, C. 1999)

Con el objetivo de elaborar productos nixtamalizados, tipo snacks fritos a partir de cereales alto andinos se propone encontrar un método adecuado para la elaboración de un nuevo producto..

MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño es experimental, con el cual se determinó el proceso adecuado para obtener productos nixtamalizados. Esta investigación se encuentra desarrollada dentro del área de Ciencia y Tecnología de los alimentos.

Para determinar la población y muestra de nuestro producto, se hizo una encuesta para determinar si los snack fritos eran de aceptación popular, esta encuesta se realizó en la ciudad de Arequipa tomando los datos del censo nacional del año 1993, de donde se obtuvo los siguientes datos, como población los hombres y mujeres entre 10 – 29 años hacen un total de 304, 423 persona, y la muestra encontrada fue de 709 personas a las cuales se les aplicó la encuesta. La fórmula utilizada es:

Para la aplicación de la prueba de aceptabilidad la metodología pedía un grupo de jueces (10) con experiencia, para lo cual pedimos la participación

del grupo de análisis sensorial del laboratorio de la Universidad Católica de Santa María.

La nixtamalización es el proceso en el cual los granos, generalmente maíz, son cocidos con agua y cal (CaO) para formar nixtamal.

El maíz se mezcla con tres partes de agua y 1% de cal (basado en el peso original del grano) para posteriormente ser cocido a temperaturas que llegan hasta ebullición. El tiempo de cocimiento varía de acuerdo con las propiedades físicas del grano (dureza, tamaño, condición) y la capacidad y tipo de cocedores. En términos generales, el maíz se mantiene cociendo a temperaturas de ebullición de 5 – 40 min. Posteriormente, el grano se deja reposar en el agua caliente de cocimiento cuando menos 8 h. Durante los ciclos de cocimiento y reposo, el grano absorbe solución alcalina hasta incrementar su humedad a aproximadamente 48 – 51%. Después, el agua de cocimiento o nejayote es drenada y el nixtamal lavado con agua limpia para remover el pericarpio y el exceso de cal. El nixtamal limpio es triturado para formar en un molino consistente en un par de piedras de lava o sintéticas (Óxido de aluminio). Se requiere una granulometría gruesa para evitar defectos en el producto terminado una vez que éste es freído. Para la producción de fritos nixtamalizados, la masa resultante es formada en la configuración deseada, los pedazos de masa con 52 – 54% de humedad son freídos a temperaturas de 165 – 180°C por 50 – 70 seg. Durante el freído, la masa pierde casi toda su humedad, solidifica y absorbe entre 34 – 38% de aceite. El producto finalmente es enfriado a temperatura ambiente e inmediatamente envasado en bolsas aluminizadas impermeables a la humedad y al oxígeno.

RESULTADOS

Evaluación de las pruebas preliminares

a) Prueba Preliminar uno: Nixtamalizado de Quinoa, Kiwicha y Maíz

Se realizó el proceso de nixtamalización establecido para el maíz. Se hizo 3 productos con diferentes mezclas:

Mezcla A: Quinoa – Maíz

Mezcla B: Kiwicha – Maíz

Mezcla C : Maíz – Quinoa – Kiwicha

Obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 1

Composición Computacional de la Mezcla de Maiz y Quinoa

% de	Maíz 50	Quinoa 50	Mezcla 100	
Proteína	2.80	12.2	15	% proteína
Grasa	2.15	6.2	8.35	% grasas
H. de Carbono	37.3	67.2	104.5	% H.C
			127.85	
Valor calórico de 100gr de mezcla			352.5	VCM
Porciones de 100 gr. Para lograr 2000 cal			5.67	POR

Fuente: laboratorio Universidad Católica de Santa María.

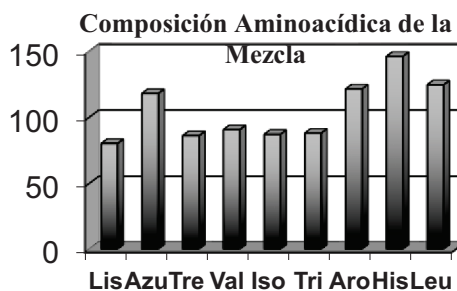


Figura 1

Computo químico de Aminoácidos de la Mezcla Maíz - Quinoa

Los resultados que se observan en la tabla 1, nos muestran una mezcla que presenta un valor calórico de 325.5 cal en 100gr. de producto. Así como un elevado contenido de aminoácidos esenciales como la Histidina y la Leucina

Tabla 2

Composición Computacional de la Mezcla de Maíz y Kiwicha

% de	Maíz 50	Kiwicha 50	Mezcla 100	
Proteína	2.80	6.75	9.55	% proteína
Grasa	2.15	3.55	5.7	% grasas
H. de Carbono	37.3	32.25	69.55	% H.C
			84.8	
Valor calórico de 100gr de mezcla			364	VCM
Porciones de 100 gr. Para lograr 2000 cal			5.49	POR

Fuente: laboratorio Universidad Católica de Santa María.

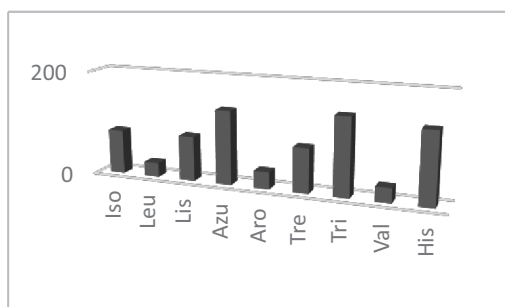


Figura 2

Computo químico de Aminoácidos de la Mezcla Maíz - Kiwicha

Los resultados que se observan en la tabla 2, nos muestran una mezcla que presenta un valor calórico de 364 caen 100gr. de producto. Así como un alto valor en histidina y triptófano

Tabla 3

Composición Computacional de la Mezcla de Maíz Quinua y Kiwicha

% de	Maíz 33.3	Quinua 33.3
Proteína	1.87	8.13
Grasa	1.43	4.13
H. de Carbono	24.86	44.80

Valor calórico de 100gr de mezcla Porciones de 100 gr. Para lograr 2000 cal

Fuente: laboratorio Universidad Católica de Santa María.

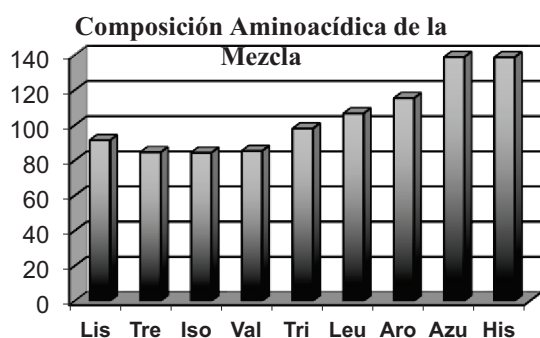


Figura 3

Computo químico de Aminoácidos de la Mezcla Maíz – Quinua - Kiwicha

Los resultados que se observan en la tabla 3, nos muestran una mezcla que presenta un valor calórico de 356.63 cal en 100gr. de producto.

La mezcla presenta un elevado contenido de aminoácidos esenciales predominando la Histidina, Leucina Triftofano y Lisina.

En cuanto a la composición de aminoácidos es la mezcla más completa.

b) Prueba Preliminar dos: Remojo

Se realizó el proceso de remojo, en el cual se evaluó la cantidad de agua necesaria para que los granos remojen uniformemente, además se estableció el tiempo adecuado para cada cereal.

Se tomaron dos relaciones de cereal: agua y 3 tiempos

Relación 1 = 1:4

Relación 2 = 1:5

t1 = 8 hr

t2 = 13 hr

t3 = 18 hr

Obteniéndose los siguientes resultados.

De acuerdo al Análisis de Varianza para el remojo de Quinua, se concluye que entre los tratamientos (relaciones cereal: agua) y entre los bloques (Tiempos) no presentan diferencias significativas a un nivel de 1% y del 5 %. Como no hubo una diferencia significativa se realizó la prueba de Duncan, y los resultados, entre las comparaciones de tratamientos no presentan diferencia significativa entre ellas, y existen evidencias estadísticas para decir que no hay diferencia

significativa entre los tiempos 8 hr y 13hr, pero si existe diferencia entre los tiempos 8 – 18hr y 18 – 13hr. Para esta prueba se escogió trabajar con la relación 1:5 para ambos cereales debido a que se observó que presentaban suficiente cantidad de agua para un remojo homogéneo.

El tiempo escogido fue de 13 horas, debido a que se observó las siguientes características:

Con respecto a la Quinua

- A 8 horas las muestras presentaron una cantidad excesiva de agua de remojo, lo cual nos perjudica en cuanto a la cantidad de Nejayote que se desecha.
- A 18 horas las muestras presentaron una cantidad mínima de agua de remojo.

Con respecto a la kiwicha:

De acuerdo al Análisis de Varianza para el remojo de Kiwicha, se concluye que no presentan diferencias significativas a un nivel de 1% y del 5 % entre los tratamientos (relaciones cereal: agua) y entre los bloques (Tiempos). Como no hubo una diferencia significativa se realizó la prueba de Duncan, y los resultados, entre las comparaciones de tratamientos no presentan diferencia significativa entre ellas, y existen evidencias estadísticas para decir que no hay diferencia significativa entre los tiempos 8 hr y 18hr y 8 hr – 13hr, pero si existe diferencia entre los tiempos 18 – 13hr. Para esta prueba se escogió trabajar con la relación 1:5 para ambos cereales

debido a que se observó que presentaban suficiente cantidad de agua para un remojo homogéneo. El tiempo escogido es de 13 horas.

- A 8 horas las muestras presentaron una cantidad excesiva de agua de remojo que era perjudicial para cubrir a todos los granos.
- A 18 horas las muestras no presentaron de agua de remojo

Evaluación de las pruebas experimentales:

a) Experimento Numero Uno: Contenido de Calcio en Quinua y Kiwicha

Se realizó el proceso adición de cal, en el cual se evaluó el aumento de la cantidad de calcio en ambos cereales.

Se tomaron 3 porcentajes de cal

% 1 = 0.5 % de cal

% 2 = 1 % de cal

% 3 = 1.5 % de cal

Obteniéndose los siguientes resultados.

De acuerdo al Análisis de Varianza para la **Quinua**, se observó el Fc es mayor que el Ft lo que nos indica que los tres tratamientos (Porcentaje de cal) son diferentes. Se realizó la prueba de Duncan, y los resultados entre las comparaciones de tratamientos todos presentan diferencias significativas entre ellas.

- Al 0.5% la muestra aumento en 104.65 % su contenido de calcio con respecto al cereal crudo.

- Al 1.0% la muestra aumento en 132.03% % su contenido de calcio con respecto al cereal crudo
De acuerdo al Análisis de Varianza para la **Kiwicha**, se observó el Fc es mayor que el Ft lo que nos indica que los tres tratamientos (Porcentaje de cal) son diferentes. Se realizó la prueba de Duncan, y los resultados entre las comparaciones de tratamientos todos presentan diferencias significativas entre ellas.

Para esta prueba se escogió trabajar con el porcentaje 1% para la Kiwicha debido a que se observó las siguientes características con respecto al contenido de calcio en el cereal crudo:

- Al 0.5% la muestra aumento 776 %.
- Al 1.5% se observó que la cantidad de calcio disminuyo en 73.11%

Desde el punto de vista económico, el 1% de cal implica menos gasto que el 1.5%, además la diferencia en el aumento de calcio es mínima.

b) Experimento Numero Dos: Cocimiento

Se realizó el proceso de Cocción, en el cual se evaluó el grado de hidratación de acuerdo al aumento de peso en los cereales.

Se tomaron dos temperaturas y 3 tiempos

T° 1 = 70°C

T° 2 = 90°C

t1 = 5 min.

t2 = 10 min.

t3 = 15 min.

Obteniéndose los siguientes resultados.

De acuerdo al Análisis de Varianza para la Quinua se concluye que entre los tratamientos (Temperaturas) existen diferencias significativas al 1% y al 5%, y que no hay diferencia significativas para los bloques (Tiempos). Como hubo una diferencia significativa en los tratamientos se realizó la prueba de Duncan, y los resultados de los resultados entre las comparaciones de la temperaturas no presentan diferencia significativa entre ellas.

Para esta prueba se escogió trabajar con una temperatura de 90°C y un tiempo de 15 min. Debido a las siguientes características:

- A 70°C y los 3 tiempos las muestras presentaron poca hidratación en los granos.
- A 90°C y 15 min. presenta mayor hidratación que a los otros 2 tiempos.

De acuerdo al Análisis de Varianza para la Kiwicha se concluye que entre los tratamientos (Temperaturas) existen diferencias significativas al 1%, y que no hay evidencias estadísticas para los bloques (Tiempos). Como hubo diferencia significativa se realizó la prueba de Duncan, al 1% y de los resultados entre las comparaciones de la temperatura no presentan diferencia significativa entre ellas.

Para esta prueba se escogió trabajar con una temperatura de 90°C y un tiempo de 15 min. Debido a las siguientes características:

- A 70°C y los 3 tiempos las muestras presentaron poca hidratación en los granos.
- A 90°C y 15 min. presenta mayor hidratación que a los otros 2 tiempos.

c) Experimento Numero Tres: Horneado

Se realizó el proceso de Horneado, en el cual se evaluó la temperatura Media del nixtamal horneado.

Se tomaron dos temperaturas y 3 tiempos

T° 1 = 200°C

T° 2 = 180°C

t1 = 3 min

t2 = 5 min

t3 = 7 min.

Obteniéndose los siguientes resultados:

De acuerdo al análisis de varianza para el horneado, se determina que entre los tratamientos (temperatura) no existen diferencias significativas al 1% ni al 5% y que no hay diferencias significativas para los bloques (tiempo). Como no hubo diferencias significativas se realizó la prueba de Duncan, al 1% y al 5%, y de los resultados entre las comparaciones de la temperatura existe una diferencia significativa al 1% y todos los tiempos presentan diferencia significativa entre ellos a un nivel de significancia del 5%.

Para esta prueba se escogió trabajar con una temperatura de 180°C y un tiempo de 7 min debido a que presentaron un nivel adecuado de horneado el cual podría soportar el siguiente proceso.

d) Experimento Número Cuatro: Freído

Se realizó el proceso de Freído, en el cual se evaluó el porcentaje de partículas pulverizadas en el producto final.

Se tomaron dos temperaturas y 3 tiempos

T° 1 = 200°C

T° 2 = 180°C

t1 = 1 min

t2 = 1.5 min

t3 = 2 min.

Obteniéndose los siguientes resultados:

De acuerdo al análisis de varianza para el freído, se determina que entre los tratamientos (temperatura) existen diferencias significativas al 1% y que no hay diferencias significativas para los bloques (tiempo). Se realizó la prueba de Duncan, al 1% y al 5%, y de los resultados entre las comparaciones de la tiempos existe una diferencia significativa excepto en los tiempos dos y tres y las comparaciones entre las temperaturas presentan diferencia significativa.

Para esta prueba se escogió trabajar con una temperatura de 200°C y un tiempo de 1.5 min debido a que presentaron un nivel adecuado de Freído.

Tabla 4
Indicadores Económicos Principales

VAN	299827.08
TIR	37.4%
B/C	1.6%

El VAN muestra la cantidad excedente que otorga el proyecto después de haber pagado la inversión y el valor de la renta exigido por el proyecto.

El TIR, indicador económico que permite establecer la rentabilidad del proyecto.

El B/C es la cantidad excedente generado por la unidad de inversión después de haber cuidado los costos de operación y producción

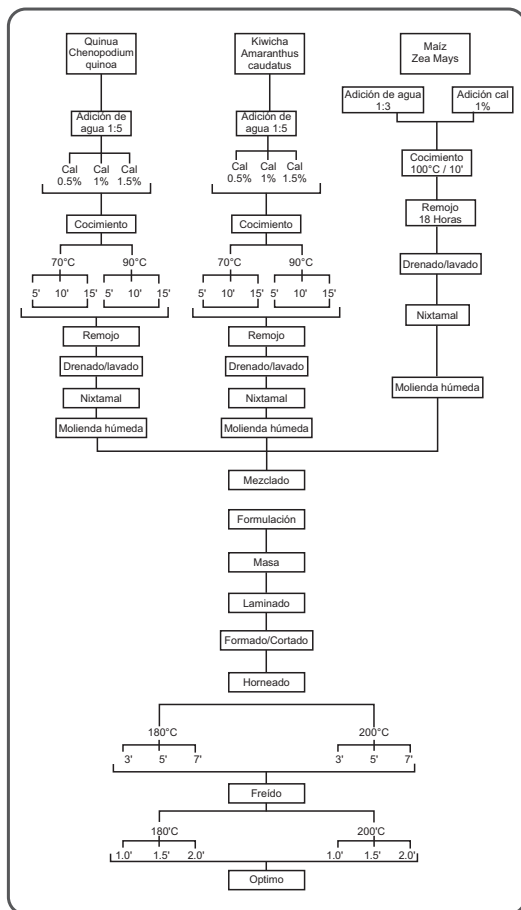


Figura 4
Diagrama General Experimental para la Elaboración de Productos Nixtamalizados

Prueba de Aceptabilidad:

- **Aceptabilidad Pareada:**

En esta prueba 02 muestras codificadas son analizadas simultáneamente en un orden que puede variar para cada juez (Scheffé, 1952). Se le pide al juez que emita un juicio de preferencia o aceptación eligiendo la muestra favorecida al analizar un determinado atributo, pudiéndose si se desea instruir al juez sobre las razones a tomarse en consideración para tal calificación. (Ureña P. M, D'Arrigo H. M, Girón M. O, 1999)

- **T de student aplicada a la comparación de Aceptabilidad Pareada**

Los valores observados que se halan en este tipo de prueba pertenecen a una variable discreta cuya distribución se aproxima a una normal.

Para realizar esta evaluación sensorial se contó con un jurado entrenado de 10 miembros, utilizando una hoja de calificación. De los resultados se indica que se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis, debido a que Tcal es menor que la Ttab, o sea que el valor de Tcal se encuentra dentro de la zona de aceptación. (Ureña, P. ; D'Arrigo H. & Girón M. 1999)

Se concluye entonces que no existe diferencia significativa entre las muestras a un nivel de 0.05. Luego nosotros podemos afirmar que el producto es aceptado.

Conclusiones

- Se concluye que con los experimentos realizados se logró establecer un método adecuado para la elaboración de un nuevo producto nixtamalizado, demostrándose que es un producto rentable económicamente y de aceptación en la población consumidora de snacks fritos.
- Se concluye que el proceso de nixtamalización tiene un efecto altamente beneficioso sobre la disponibilidad del calcio en la tortilla elaborada.

Email: giselarodriguez04@gmail.com

Recibido: 25/10/2014

Aceptado para publicación:
12/12/2014

Referencias Bibliográficas

- Sánchez, F. González, J. (1994). *Modernización tecnológica del proceso de nixtamalización. Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados. Distrito Federal, México*
- Urizar, A. L. & Bressani, R. (1999). *Efecto de la Cocción del Maíz con Cal (Nixtamalización) sobre el contenido de ácido fítico, calcio y hierro: Ciencia en Acción 8, Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala.*
- Ruiz, C. (1999). *Desarrollo Tecnológico y Apertura de la Economía: El Caso de las PyMes Mexicanas en los Noventas. Conferencia de Servicios de Desarrollo Empresarial Banco Interamericano de Desarrollo. Río de Janeiro, Brasil.*
- Ureña, P. ; D'Arrigo H. & Girón M. (1999). *Evaluación Sensorial de los alimentos – Aplicación didáctica, Editorial Agraria, Perú, Primera edición.*