

OBTENCIÓN DE HARINA DE ZAPALLO POR EL PROCESO DE SECADO DE ALIMENTOS

OBTAINING PUMPKIN FLOUR BY THE DRYING PROCESS OF FOOD

Ramírez Ruiz Erick¹ y Villa Quisbert Adriana Fabiola²

¹Docente. Departamento de Biotecnología. Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Autónoma Juan Misael Saracho

²Ingeniería de Alimentos. Departamento de Biotecnología. Facultad Ciencias y Tecnología, Universidad Autónoma Juan Misael Saracho

Dirección para correspondencia: Erick Ramírez Ruiz. Av. Panamericana s/n. Barrio 57 Viviendas. Tarija, Bolivia.

Correo electrónico: erickramirezruiz@yahoo.com.ar

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado "Obtención de harina de zapallo", fue desarrollado en el Laboratorio de Secado y Laboratorio Taller de Alimentos (LTA) de la Carrera de Ingeniería de Alimentos de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. Para tal efecto, se utilizó zapallo de la especie Cucúrbita máxima variedad criollo; adquirido en el Mercado Campesino de la ciudad de Tarija. En primera instancia, se determinó las características físicas del zapallo con 31 cm de altura; 62 cm diámetro; 3258g peso entero; 68,02% porción comestible y 31,98% porción no comestible. Las características fisicoquímicas del zapallo fueron 93,03% humedad; 0,69 % de proteína; 4,97 % hidratos de carbono; 0,01% materia grasa; 0,85 % fibra; 0,39 % cenizas; 0,90 mg/100g de hierro; 73,70 mg/100g de potasio; 0,03 % de acidez y 22,73Kcal de valor energético. El proceso de obtención comprendía las etapas de: selección, limpieza, pre cortado, pelado, lavado, cortado, tratamiento térmico, secado, enfriado, pre envasado, pre molienda, molienda, clasificación de la harina, envasado y almacenamiento. Se determinó el tiempo de tratamiento térmico para inactivar la enzima peroxidasa el cual fue de 3 minutos para ralla grande, ralla pequeña y rodajas. Así mismo, se

realizó una evaluación sensorial en escala cuantitativa relativa para el atributo color, donde los jueces mostraron preferencia por las muestras "RG2" (ralla grande); "RP2" (ralla pequeña) y "R2" (rodajas) con un tiempo de tres minutos.

En el proceso de secado, se procedió a elaborar nueve muestras a diferentes temperaturas (50°C, 60°C y 70°C) y tipos de corte (ralla grande, ralla pequeña y rodajas). Para lo cual, se realizó la influencia del tipo de corte y dando como resultado la muestra en rodajas (TC3) a temperatura de 60 °C (T1) con una pérdida de agua de [0,40Kg agua/Kg sólido seco]. Así mismo, en la influencia de la temperatura el mejor proceso fue de 60 °C (T1) y tipo de corte rodajas (TC3); con una pérdida de agua de [1,46Kg agua/Kg sólido seco]. También, se efectuó una evaluación sensorial en escala hedónica de las muestras, en las cuales se evaluó los atributos de: color, olor, aspecto y textura. La preferencia de los jueces fue por las muestras D1 (ralla grande a 60 °C), D7 (ralla grande a 50 °C) y D9 (rodajas a 50 °C). Por lo que, se ejecutó una evaluación sensorial final proponiendo cuatro muestras (S1, S2, S3 y S4) y evaluando los atributos de color, aspecto y textura, donde los jueces optaron por la muestra S4 (temperatura de 60 °C y tipo de corte rodajas) con un puntaje en los atributos de color (7,19), aspecto (7,27) y textura (7,12).

En la etapa de secado, se realizó un diseño factorial 32 y se estableció que el factor A (temperatura) tiene mayor influencia en comparación con el factor B (tipo de corte), que no es significativo para $p < 0,05$. Así mismo, se ejecutó a la cinética de secado, y dio como respuesta en el periodo ante crítico la expresión matemática $y = 0,0688x + 0,513$ y en el periodo post crítico la expresión matemática $y = 0,1997x + 0,0153$. Se efectuó la evaluación sensorial en escala hedónica de cuatro muestras (H1, H2, H3 y H4); donde los jueces mostraron preferencia por la muestra H4 (tiempo de tamizado 5 minutos y granulometría fina) con un puntaje en los atributos de color (7,73), aspecto (8,12) y granulometría (8,23).

Finalmente, se procedió con la evaluación sensorial a escala hedónica de las propiedades organolépticas del producto final con un puntaje de 8,04 granulometría; 7,77 color; 7,58 aspecto y 7,08 olor. Las características fisicoquímicas del producto final fueron: 8,04% humedad; 14,06 % de proteína; 53,68 % de hidratos de carbono; 53,68 % materia grasa; 15,39 % fibra; 2,74 % de cenizas; 3,55 mg/100 g de hierro; 127,0 mg/Kg de potasio; 0,003 % de acidez y 325,77Kcal de valor energético. El análisis microbiológico, mostró $9,2 \times 10^3$ ufc/g de bacterias aerobias mesófilas; y mohos y levaduras < 10 ufc/g.

Palabras Claves: Obtención, harina, zapallo, proceso de secado.

ABSTRACT

This research work entitled "Obtaining pumpkin flour" was developed in the Drying Laboratory and the Food Laboratory (LTA) in the Food Engineering Career at the "Juan Misael Saracho" University. To this end, it was used a pumpkin species, Cucurbita máxima, from criollo variety; which was acquired in the local market in the city of Tarija. The physical characteristics of the pumpkin were: 31 cm high; 62 cm in diameter; 3258g of total weight; 68.02% of edible portion and 31.98% of not edible portion. On the other hand, the physicochemical characteristics were: 93.03% moisture content; 0.69% protein; 4.97% carbohydrates; 0.01% fats; 0.85% fiber; 0.39% ash; 0.90 mg / 100g iron; 73.70 mg / 100g potassium; 0.03% acidity and 22,73Kcal energy value.

The production process included the following steps: selection, cleaning, precutting, peeling, washing, cutting, heat treatment, drying, cooling, prepackaging, pre milling, milling, flour classification, packaging and storage. The heat treatment time determined to inactivate the enzyme peroxidase was 3 minutes for large and, small grated pumpkins, and also slices. In addition, a sensory evaluation was conducted on a quantitative scale related to the attribute of color, where judges showed a preference for the samples "RG2" (large grated); "RP2" (small grated) and "R2" (slices) with a time of three minutes.

In the drying process, it was prepared nine different samples at diverse temperatures (50, 60 and 70°C) and cutting types (large grated, slices and small grated). In order to develop them, it was performed the influence of cut type by giving as a result the sliced Sample (TC3) at 60°C (T1) with a loss of water [0.40kg water/kg dry solid]. Likewise, with the influence of temperature, the best process was with 60°C (T1) and with the type of cut in slices (TC3); with a loss of water [1,46Kg water / kg dry solid]. Additionally, a sensory evaluation was performed on the samples at hedonic scale and the attributes of color, smell, texture and appearance were evaluated. The Judges preferred the Samples D1 (large grated at 60°C), D7 (large grated at 50°C) and D9 (slices at 50°C). Therefore, a final sensory evaluation was carried out proposing four samples (S1, S2, S3 and S4) and evaluating the attributes of color, appearance and texture; in this opportunity judges chose the S4 sample (temperature of 60°C and cut type: slices) with a score in color (7.19), appearance (7.27) and texture (7.12) attributes.

During the drying stage, a factorial design 32 was conducted; then it was established that the factor A (temperature) has the greatest influence compared to factor B (cut type), which is not significant for $p < 0.05$. During the initial period, it was also performed the drying kinetics, resulting in the mathematical expression: $y = 0.0688x + 0.513$ and in the final period, the mathematical expression was $y = 0,1997x + 0,0153$. It was implemented a sensory evaluation on four samples (H1, H2, H3 and H4) using a hedonic scale; where judges expressed preference for the H4 sample (sieving time of 5 minutes and fine grain size) with a score in color (7.73), appearance (8.12) and grain size (8.23) attributes.

Finally, a sensory evaluation was performed using a hedonic scale about the organoleptic properties of the final product, which had a score of 8.04 grain size; 7.77 color; 7.08 appearance and 7.58 odor. The physicochemical characteristics of the final product were: 8.04% moisture content; 14.06 % protein; 53.68 % carbohydrate; 53.68 % fats; 15.39% fiber; 2.74 % ash; 3.55 mg/100 g of iron; 127.0 mg/kg of potassium; 0.003 % acidity and 325,77Kcal energy value. The microbiological analysis showed $9,2 \times 10^3$ ufc/g of aerobic mesophilic bacteria; and molds and yeasts < 10 ufc/g.

Keywords: Obtaining, flour, pumpkin, drying process

INTRODUCCION

El trabajo de investigación de Elaboración de harina de Zapallo a través del Proceso de Secado, está orientado a valorar la utilización de las hortalizas en harina de zapallo para ser utilizada como insumo para el preparado de otros alimentos, como ser derivados en la panificación y elaboración de sopas instantáneas.

Así mismo, este de subproducto puede ser utilizado para la elaboración de harinas compuestas y ser introducidas en los desayunos escolares para coadyuvar como fuente de β -carotenos, fibra dietética y fuente potasio.

El proceso de secado consiste en cambios químicos y nutritivos en la composición de las muestras de zapallo; tanto en los hidratos de carbono, lípidos, proteínas y el contenido de agua en el alimento final. Que puede variar según el grado de madurez y la cantidad de agua de la materia prima (zapallo).

Al ser el proceso de secado una operación unitaria continua, es factible ser aplicada en la industria alimentaria para procesar hortalizas; donde el proceso consiste en la aplicación de las variables de temperatura, circulación de aire caliente y el tamaño de las muestras. Favoreciendo a la eliminación del agua contenido en la hortaliza hasta mantener el contenido de humedad en base seca deseada. Además del proceso de molienda que consiste en disminuir el tamaño de la partícula hasta tener una clasificación granulométrica

predeterminada para este tipo de producto para ser utilizada en la panificación y en la dieta alimentaria.

Finalmente debemos indicar que en el presente trabajo, se planteó el siguiente objetivo: Elaborar harina de zapallo (Cucúrbita Máxima), mediante el proceso de secado por aire caliente; con el fin de obtener un producto de calidad para ser utilizado en panificación.

MATERIALES Y METODOS

Materiales

Se utilizó zapallo, variedad **Cucúrbita Máxima** procedente del mercado local de Tarija. Así mismo, reactivos químicos como ser solución de guayacol, alcohol etílico, agua destilada y peróxido de hidrógeno.

En el caso, del proceso de secado de alimentos para obtener harina de zapallo, se utilizó un equipo de secador eléctrico marca Esztergom, Húngari, capacidad de seis bandejas (60.0x60.0x2.5) cm y 220V/2200wats y molino eléctrico de martillos, marca Laboratory Mill de potencia de 750wats y velocidad de 2700rpm. Los instrumentos de laboratorio como ser balanza analítica digital, molino para granos, psicrómetro, selladora eléctrica y cocina industrial de dos hornallas.

Materia prima

Se utilizó zapallo **Cucúrbita Máxima**, variedad criollo (Figura 2).

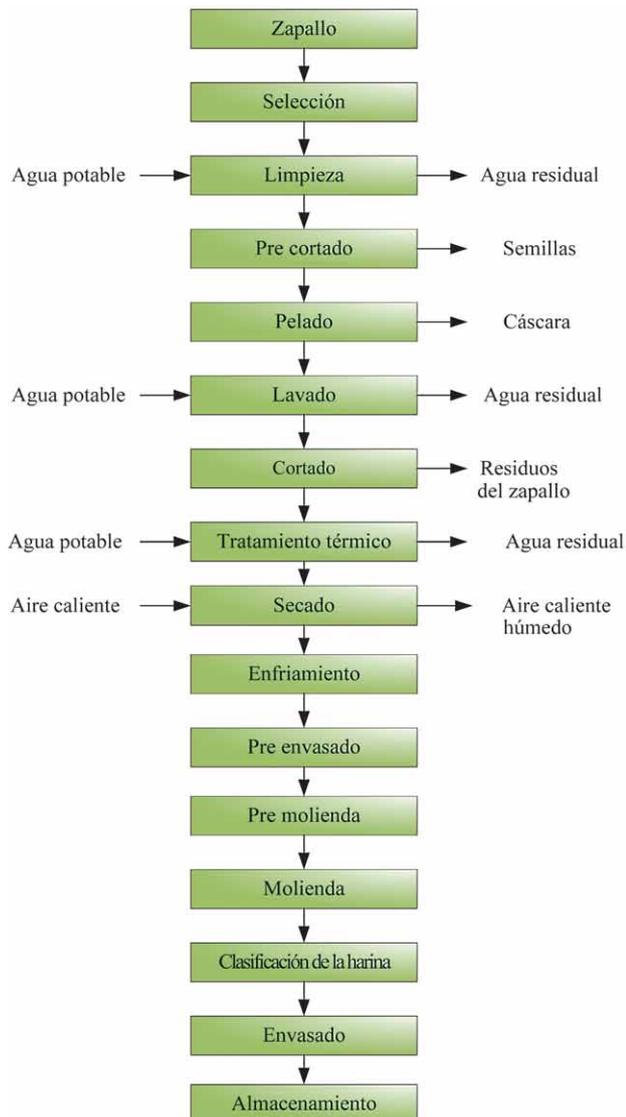
Figura 2. Zapallo variedad criollo



Metodología Experimental

En la Figura 1, se describe el proceso experimental para la obtención de harina de zapallo por el proceso de secado de alimentos.

Figura 1: Proceso de elaboración para la obtención de harina de zapallo por el proceso de secado.



Selección

La selección consistió en clasificar los zapallos por observación visual directa; separando aquellos que se encuentran con magulladuras y/o podridos (mohos en la superficie de la cáscara) y los cuales fueron rechazados.

Limpieza

El proceso de limpieza, consistió en colocar el zapallo en un recipiente de plástico en forma manual y en el cual se utilizó agua potable para eliminar tierra; y otras impurezas que se encontraban adheridas en la superficie del endocarpio.

Pre - cortado

El proceso de pre-cortado, se realizó en forma manual utilizando un cuchillo de acero inoxidable y por el cual se cortó el zapallo por la mitad en dos piezas (Figura 3). Posteriormente, se continuó cortando de forma vertical siguiendo las hendiduras de la hortaliza (Figura 4) y de esta forma también se facilitó la eliminación del endocarpio y semillas que se encuentran en el centro de la hortaliza.

Figura 3. Zapallo Cortado por la mitad



Figura 4. Zapallo cortado forma vertical



Pelado

El pelado del zapallo, se realizó de forma manual con un cuchillo de acero inoxidable, consistió en separar la cáscara de la superficie de la hortaliza con cortes profundos.

Lavado

El lavado de la pulpa de zapallo, se realizó de forma manual en un recipiente con agua potable para eliminar impurezas.

Cortado de la pulpa

Una vez realizado el lavado de la pulpa de zapallo, se procedió al cortado y el cual se realizó de forma manual con un rallador y cortador tipo cuchilla de acero inoxidable en tres formas diferentes:

- Ralla grande (Figura 5) consistió en raspar la pulpa de zapallo de forma vertical con una abertura de 5 mm.
- Ralla pequeña (Figura 6) consistió en raspar la pulpa de zapallo de forma vertical con una abertura de 3 mm.
- Rodajas (Figura 7) consistió en cortar la pulpa de zapallo de forma vertical para obtener rodajas de 2 mm de espesor.

Figura 5. Tipo de corte ralla grande



Figura 6. Tipo de corte ralla pequeña



Figura 7. Tipo de corte rodajas



Tratamiento térmico

El tratamiento térmico de las muestras de zapallo, consistió en calentar el agua a temperatura de ebullición (92 °C); para luego introducir las muestras de zapallo en el recipiente de acero inoxidable por un tiempo (2 a 4) minutos para los tres tipos de corte (ralla grande, ralla pequeña y rodajas).

Secado

Para el secado de las muestras de zapallo, se realizó previamente el ajuste del secador de bandejas sin carga. Donde se ajustó la temperatura de trabajo entre (50, 60 y 70) °C; y se dejó calentar el secador por un lapso de tiempo entre (40 a 60) minutos.

Posteriormente, se procedió a colocar las muestras de zapallo ralla grande, ralla pequeña y rodajas en bandejas cuyas dimensiones fueron de 17x34cm. Finalmente, se realizó el control de peso (bandeja más muestra); para luego ser introducidas al secador y donde se controló la variación de peso por cada 30 minutos hasta peso final constante.

Enfriamiento

Terminado el proceso de secado, se procedió a colocar las bandejas con las muestras de zapallo deshidratadas para que exuden y enfríen a temperatura ambiente.

Pre-ensado

El proceso de pre envasado consistió en colocar las muestras deshidratadas en bolsas de polipropileno de alta densidad de 35 micrones; acondicionadas en tamaño de 12x15cm; para luego ser selladas en una selladora eléctrica; con el fin de que las muestras no entren en contacto con el contenido de humedad con el medio ambiente.

Pre molienda

El proceso de pre molienda, consistió en llevar las muestras deshidratadas al molino de grano; con el fin de disminuir el tamaño de la partícula y de esta manera evitar el calentamiento del molino de martillos.

Molienda

Consistió en llevar las muestras del proceso de pre molienda al molino eléctrico de martillos; con el fin de disminuir el tamaño de granulometría deseada para obtener harina de zapallo.

Clasificación granulométrica de la harina de zapallo

Una vez realizado el proceso de molienda, se procedió a clasificar la granulometría de la harina; utilizando tamices: N° 50 (0,3mm partículas gruesas), N° 80 (0,18mm partículas intermedias) y tamiz colector (partículas finas).

Envasado

El proceso de envasado (Figura 8), consistió en colocar las muestras de harina de zapallo manualmente en bolsas de polipropileno de alta densidad de 35 micrones; previamente acondicionadas en tamaño de 12x15cm. Para tal efecto, se tomó en cuenta los tres tipos de granulometría obtenidos en el proceso de tamizado y posteriormente ser llevadas a la selladora eléctrica; con el fin cerrar la bolsa con el producto obtenido.

Figura 8: Producto final de harina de zapallo



Almacenamiento

El producto obtenido fue almacenado en cajas de cartón en condiciones de temperatura ambiente y humedad; con el fin de conservar su vida útil.

Metodología Utilizada

Entre las características realizadas en el proceso son:

Características fisicoquímicas

Se realizó la determinación de las propiedades fisicoquímicas (Tabla 1) de la mezcla de harinas y producto terminado. En el Centro de Análisis y Desarrollo (CEANID), dependiente de la UAJMS.

Tabla 1. Análisis fisicoquímicos de la harina de zapallo

Parámetros	Técnicas	Unidades
Energía	Cálculo	Kcal
Humedad	NB 074 - 2000	%
Proteína total	NB 466 - 81	%
Hidratos de carbono	Cálculo	%
Materia grasa	Enciclopedia Química	%
Fibra	Manual técnico CEANID	%
Cenizas	NB 075-74	%
Hierro total	Absorción atómica/llama	mg
Potasio	Absorción atómica/llama	mg
Acidez (cítrico)	NB 486-84	%

Características Microbiológicas

Se realizó la determinación de las características microbiológicas del producto terminado (Tabla 2). En el Centro de Análisis y Desarrollo (CEANID), dependiente de la UAJMS.

Tabla 2: Análisis microbiológicos harina de zapallo

Parámetros	Técnicas	Unidades
Mohos	NB 32006	ufc /g
Levaduras	NB 32006	ufc /g
Bacterias/aerobios/mesófilos	NB 32003	ufc /g

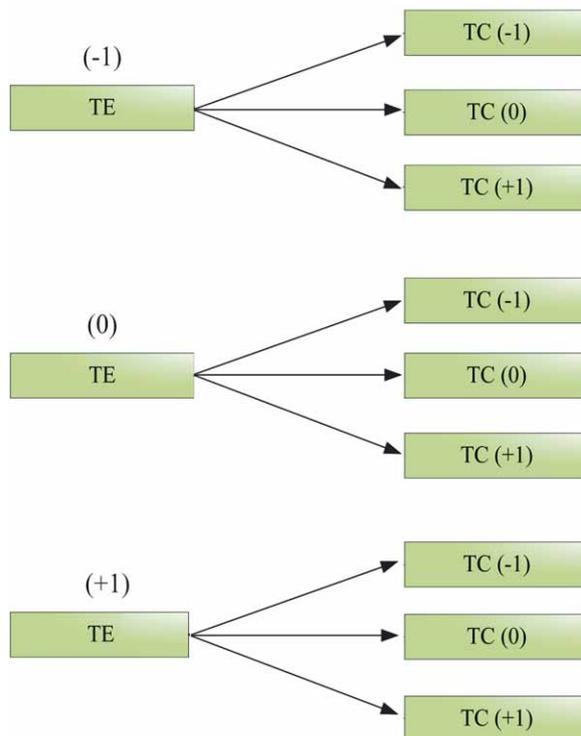
Características Organolépticas

Se realizó la determinación de las características organolépticas durante el tratamiento térmico, proceso de secado y producto terminado. Utilizando jueces no entrenados y test de escala hedónica compuesta de nueve puntos. Así mismo, se procedió a utilizar las pruebas estadísticas de Duncan para valorar los atributos sensoriales.

Diseño Experimental

Se utilizó un diseño factorial (Figura 9) de tres niveles [3k] de variación de la temperatura (50°C, 60°C y 70°C) de secado y tipo de corte (rallas grandes, rallas pequeñas y rodajas). Manejando como variable respuesta (contenido de humedad) del producto final.

Figura 9: Diseño experimental en el proceso de secado para obtener harina de zapallo



Donde:

TE (-1): 50°C TC (-1): (rallas grandes)
 TE (0): 60°C TC (0): (rallas pequeñas)
 TE (+1): 70°C TC (+1): (rodajas)

RESULTADOS

En base a la propuesta metodológica, se procedió a realizar la caracterización de los resultados obtenidos a nivel experimental.

Caracterización de las Propiedades Físicas del Zapallo

De acuerdo a los resultados promedios de las propiedades físicas del zapallo, se puede obtener una altura 31 cm, diámetro 62 cm, peso entero 3258g, peso de la parte comestible 2251,62g; obteniendo una porción comestible de 68,02%. El peso de la cáscara de 481,11g; endocarpio y semilla de 525,27g y con un porcentaje de porción no comestible del 31,98%.

Caracterización de las Propiedades Físicoquímicas del Zapallo

La Tabla 3 muestra los resultados obtenidos del análisis físicoquímico del zapallo Cucúrbita Máxima como materia prima para obtener harina de zapallo.

Tabla 3 Composición físicoquímicas del zapallo

Componentes	Unidad	Cantidad
Energía	Kcal/100g	22,73
Humedad	%	93,09
Proteína	%	0,69
Hidratos de carbono	%	4,97
Materia grasa	%	0,01
Fibra	%	0,85
Cenizas	%	0,39
Hierro	mg/100g	0,90
Potasio	mg/100g	73,70
Acidez (cítrico)	%	0,03

La Tabla 3 muestran los resultados obtenidos del análisis físicoquímico del zapallo: humedad del 93,09 %; proteína 0,69%; hidratos de carbono 4,97%; materia grasa 0,01%; fibra de 0,85%; cenizas 0,39%; hierro 0,90mg/100g; potasio 73,70mg/100g; acidez 0,03% y valor energético de 22,73 Kcal/100g.

Determinación del Tiempo de Tratamiento Térmico de las Muestras de zapallo

Para determinar el tiempo de tratamiento térmico de muestras de zapallo, se utilizó la técnica de eficacia de blanqueo o escaldado (Miller, 2013). Tomando en cuenta tres muestras con distintos tipos de corte y tiempo de escaldado en agua a temperatura de ebullición de 92°C, como ser:

Rallas grandes:

- RG1 = Tiempo de tratamiento térmico 2 minutos
- RG2= Tiempo de tratamiento térmico 3 minutos
- RG3 = Tiempo de tratamiento térmico 4 minutos

Rallas pequeñas:

- RP1 = Tiempo de tratamiento térmico 2 minutos
- RP2= Tiempo de tratamiento térmico 3 minutos
- RP3 = Tiempo de tratamiento térmico 4 minutos

Rodajas:

- R1 = Tiempo de tratamiento térmico 2 minutos
- R2= Tiempo de tratamiento térmico 3 minutos
- R3 = Tiempo de tratamiento térmico 4 minutos

De la misma forma, se realizó una evaluación sensorial cuantitativa relativa del atributo color para los tres diferentes tipos de corte ralla grande; ralla pequeña y rodajas. En función de los tiempos de tratamiento térmico (eficacia de blanqueo con guayacol 1% en presencia de peróxido de H₂) (Figura 10) y de esta manera evaluar la preferencia de los jueces para el atributo color.

Así mismo, realizada la evaluación sensorial para el atributo color se estableció que los jueces prefieren las muestras "RG2" (ralla grande); "RP2" (ralla pequeña) y "R2 (rodajas) para un tiempo de tratamiento térmico de tres minutos.

Prueba de Eficacia del Tiempo de Tratamiento Térmico de las Muestras de zapallo

En la Figura 10, se puede observar las reacciones químicas realizada con guayacol al 1% en presencia de peróxido de H₂.

Figura 10: Prueba de eficacia térmica en muestras de zapallo



Realizada la prueba de eficacia térmica de los tres tipos de corte para las muestras de zapallo, se llegó a la conclusión que 3 minutos son suficientes para inactivar la enzima peroxidasa.

Variación del Contenido de Humedad en el Proceso de Secado de las Muestras de Zapallo

Para establecer la influencia que tiene el tipo de corte y temperatura en el proceso de secado de las muestras de zapallo, se tomó en cuenta las variables en función del contenido de humedad, como se detalla a continuación:

En función del tipo de corte:

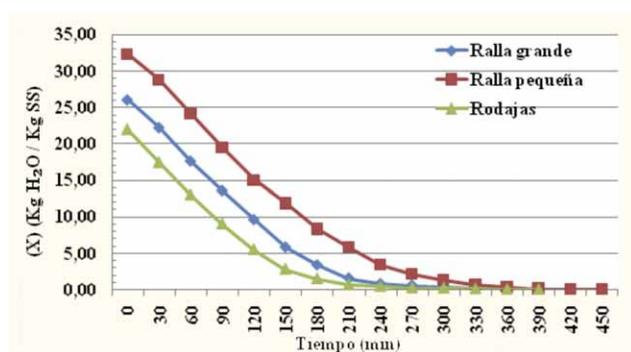
- Corte ralla grande (TC1), ralla pequeña (TC2) y rodajas (TC3) a 60°C (T1).
- Corte ralla grande (TC1), ralla pequeña (TC2) y rodajas (TC3) a 70°C (T2).
- Corte ralla grande (TC1), ralla pequeña (TC2) y rodajas (TC3) a 50°C (T3).

En función de la temperatura:

- Corte ralla grande (TC1) a temperatura entre 60°C (T1), 70°C (T2) y 50°C (T3).
- Corte ralla pequeña (TC2) a temperatura entre 60°C (T1), 70°C (T2) y 50°C (T3).
- Corte rodajas (TC3) a temperatura entre 60°C (T1), 70°C (T2) y 50°C (T3).

En la Figura 11, se muestra la influencia del contenido de humedad en el tipo de corte de las muestras de zapallo.

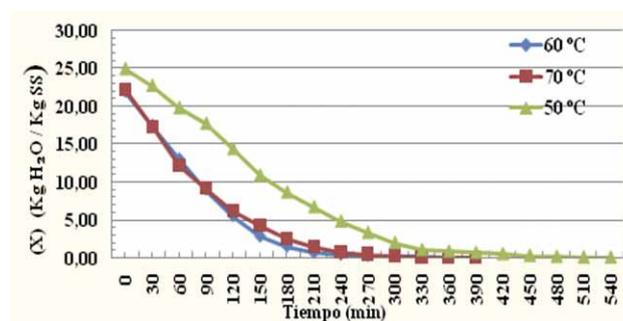
Figura 11. Influencia del tipo de corte en la variación del contenido de humedad



Realizado el análisis de la influencia del tipo de corte para un tiempo de 240 minutos, se pudo observar la muestra de rodajas (TC3) a 50°C (T3), presenta una pérdida de agua menor de [4,76Kg agua/Kg sólido seco]; en comparación con la de 70°C (T2) muestra en rodajas (TC3) que tiene una pérdida de agua de [0,71Kg agua/Kg sólido seco]. Sin embargo, a temperatura de 60°C (T1) para rodajas (TC3) posee una pérdida de agua mayor de [0,40Kg agua/Kg sólido seco]; siendo la mejor opción en cuanto se refiere al tipo de corte en las muestras de zapallo.

En la Figura 12, se muestra la influencia del contenido de humedad en función de la temperatura de secado de las muestras de zapallo.

Figura 12. Influencia de la temperatura en la variación del contenido de humedad



Realizado el análisis de la influencia de la temperatura para un tiempo de 180 minutos, se pudo observar que la muestra ralla grande (TC1) y temperatura de 60 °C (T1), presenta una pérdida de agua menor de [3,32Kg agua/Kg sólido seco]; en comparación la muestra ralla pequeña (TC2) a 70°C (T2) que tiene una pérdida de agua de [2,78Kg agua/Kg sólido seco]. Sin embargo, la muestra en rodajas (TC3) a 60°C (T1) posee una pérdida de agua mayor de [1,46Kg agua/Kg sólido seco]; siendo la mejor opción en cuanto se refiere a la temperatura de secado de 60°C para muestras de zapallo.

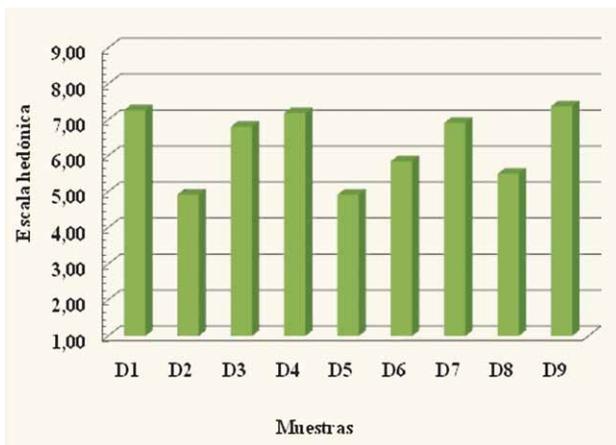
Evaluación Sensorial en el Proceso de Secado para Obtener Harina de Zapallo

Se procedió a tomar en cuenta nueve muestras a nivel experimental con las siguientes características:

- D1 = Temperatura de 60°C (T1) y tipo de corte ralla grande (TC1).
- D2 = Temperatura de 60°C (T1) y tipo de corte ralla pequeña (TC2).
- D3 = Temperatura de 60°C (T1) y tipo de corte rodajas (TC3).
- D4 = Temperatura de 70°C (T2) y tipo de corte ralla grande (TC1).
- D5 = Temperatura de 70°C (T2) y tipo de corte ralla pequeña (TC2).
- D6 = Temperatura de 70°C (T2) y tipo de corte rodajas (TC3).
- D7 = Temperatura de 50°C (T3) y tipo de corte ralla grande (TC1).
- D8 = Temperatura de 50°C (T3) y tipo de corte ralla pequeña (TC2).
- D9 = Temperatura de 50°C (T3) y tipo de corte rodajas (TC3).

En la Figura 13, se muestra los resultados de la evaluación sensorial para el atributo color en el proceso de secado.

Figura 13: Evaluación sensorial del atributo color en el proceso de secado

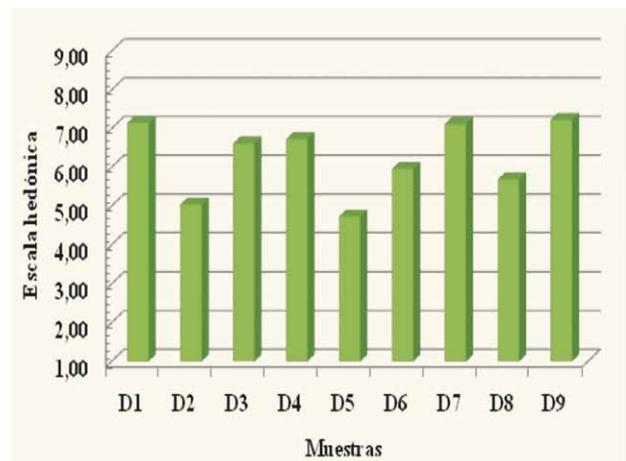


La Figura 15 muestra que las muestras D9 (7,38), D1 (7,27) y D4 (7,19) tienen mayor puntuación promedio; en comparación con las muestras D7 (6,92), D3 (6,81), D6 (5,85), D8 (5,50), D2 (4,92) y D5 (4,92), que son menores en escala hedónica. Realizado el estadístico de Duncan se observa que existe evidencia estadística entre los tratamientos (D9-D6), (D9-D8), (D9-D2), (D9-D5), (D1-D6), (D1-D8), (D1-D2), (D1-D5), (D4-D6), (D4-D8), (D4-D2), (D4-D5), (D7-D6), (D7-D8), (D7-D2), (D7-D5), (D3-D6), (D3-D8), (D3-D2) y (D3-D5) que son significativos en comparación a los tratamientos (D9-D1), (D9-D4), (D9-D7), (D9-D3), (D1-D4), (D1-D7), (D1-D3), (D4-D7), (D4-D3), (D7-D3), (D6-D8), (D6-D2), (D6-D5), (D8-D2), (D8-D5) y (D2-D5); que no son significativos para $p < 0,01$. Pero analizando la preferencia de los jueces, se tomó en cuenta las muestras D9 (7,38) a temperatura de 50°C tipo de corte rodajas y D1 (7,27) a temperatura de 60°C y tipo de corte ralla grande; como las mejores opciones para obtener harina de zapallo según el atributo color.

Evaluación Sensorial del Atributo Aspecto en el Proceso de Secado

En la Figura 14, se muestra los resultados de la evaluación sensorial para el atributo aspecto en el proceso de secado.

Figura 14: Evaluación sensorial del atributo aspecto en el proceso de secado.

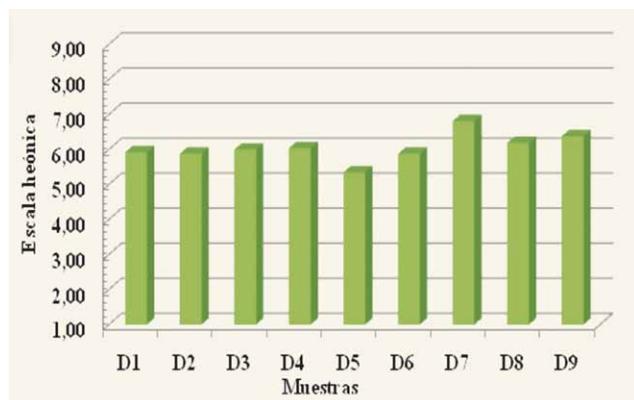


En la Figura 14, se observa que las muestras D9 (7,23), D1 (7,15) y D7 (7,12) tienen mayor puntuación promedio; en comparación con la muestra D4 (6,73), D3 (6,62) D6 (5,96), D8 (5,69), D2 (5,04) y D5 (4,73), que son menores en escala hedónica. Realizado el estadístico de Duncan se observa que existe evidencia estadística entre los tratamientos (D9-D6), (D9-D8), (D9-D2), (D9-D5), (D1-D6), (D1-D8), (D1-D2), (D1-D5), (D7-D6), (D7-D8), (D7-D2), (D7-D5), (D4-D8), (D4-D2), (D4-D5), (D3-D2), (D3-D5), (D6-D5) y (D8-D5), que son significativos en comparación a los tratamientos (D9-D1), (D9-D7), (D9-D4), (D9-D3), (D1-D7), (D1-D4), (D1-D3), (D7-D4), (D7-D3), (D4-D3), (D4-D6), (D3-D6), (D3-D8), (D6-D8), (D6-D2), (D8-D2) y (D2-D5); que no son significativos para $p < 0,01$. Pero analizando la preferencia de los jueces, se tomó en cuenta las muestras D9 (7,23) a temperatura de 50°C tipo de corte rodajas y D1 (7,15) a temperatura de 60°C y tipo de corte ralla grande; como las mejores opciones para obtener harina de zapallo según el atributo aspecto.

Evaluación Sensorial del Atributo Aroma en el Proceso de Secado

En la Figura 15, se muestra los resultados de la evaluación sensorial para el atributo aroma en el proceso de secado.

Figura 15: Evaluación sensorial para el atributo aroma en el proceso de secado

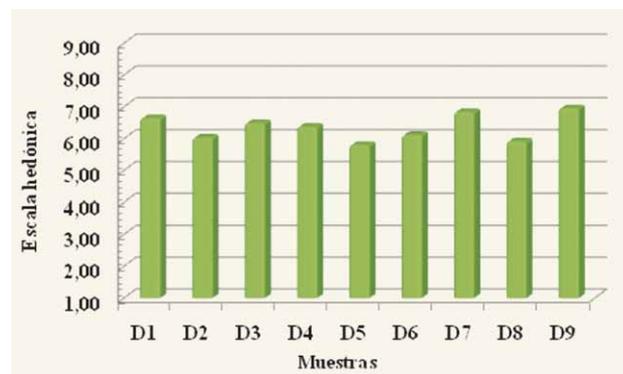


En la Figura 15, se observa que las muestras D7 (6,81), D9 (6,38) y D8 (6,19) tienen mayor puntuación promedio; en comparación con las muestras D4 (6,04), D3 (6,00), D1 (5,92), D2 (5,88), D6 (5,88) y D5 (5,35), que son menores en escala hedónica. Realizado la prueba estadística de Duncan se observa que existe evidencia estadística entre los tratamientos (D7-D2), (D7-D5) y (D9-D5), que son significativos en comparación a los tratamientos (D7-D9), (D7-D8), (D7-D4), (D7-D3), (D7-D1), (D7-D6), (D9-D8), (D9-D4), (D9-D3), (D9-D1), (D9-D2), (D9-D6), (D8-D4), (D8-D3), (D8-D1), (D8-D2), (D8-D6), (D8-D5), (D4-D3), (D4-D1), (D4-D2), (D4-D6), (D4-D5), (D3-D1), (D3-D2), (D3-D6), (D3-D5), (D1-D2), (D1-D6), (D1-D5), (D2-D6), (D2-D5) y (D6-D5); que no son significativos para $p < 0,01$. Pero analizando la preferencia de los jueces, se tomó en cuenta las muestras D7 (6,81) a temperatura de 50°C tipo de corte ralla grande y D9 (6,38) a temperatura de 50°C y tipo de corte rodajas; como las mejores opciones para obtener harina de zapallo según el atributo aroma.

Evaluación Sensorial del Atributo Textura en el Proceso de Secado

En la Figura 16, se muestra los resultados de la evaluación sensorial para el atributo textura en el proceso de secado.

Figura 16: Evaluación sensorial para el atributo textura en el proceso de secado



En la Figura 16, se observa que las muestras D9 (6,96), D7 (6,85) y D1 (6,65) tienen mayor puntuación promedio; en comparación con las muestras D3 (6,50), D4 (6,38), D6 (6,12), D2 (6,04), D8 (5,92) y D5 (5,81), que son menores en escala hedónica. Realizado la prueba estadística de Duncan se observa que existe evidencia estadística entre los tratamientos (D9–D8) y (D9–D5), que son significativos en comparación a los tratamientos (D9–D7), (D9–D1), (D9–D3), (D9–D4), (D9–D6), (D9–D2), (D7–D1), (D7–D3), (D7–D4), (D7–D6), (D7–D2), (D7–D8), (D7–D5), (D1–D3), (D1–D4), (D1–D6), (D1–D2), (D1–D8), (D1–D5), (D3–D4), (D3–D6), (D3–D2), (D3–D8), (D3–D5), (D4–D6), (D4–D2), (D4–D8), (D4–D5), (D6–D2), (D6–D8), (D6–D5), (D2–D8), (D2–D5) y (D8–D5); que no son significativos para $p < 0,01$. Pero analizando la preferencia de los jueces, se tomó en cuenta las muestras D9 (6,96) a temperatura de 50°C tipo de corte rodajas y D7 (6,85) a temperatura de 50°C y tipo de corte rallas grandes; como las mejores opciones para obtener harina de zapallo según el atributo textura.

Evaluación Sensorial Final para Definir la Muestra deshidratada para Obtener Harina de Zapallo

Para definir la muestra deshidratada de zapallo para obtener harina, se procedió a realizar una evaluación sensorial final; tomando en cuenta las muestras D1 (ralla grande a 60°C), D7 (para ralla grande a 50°C), D9 (rodajas a 50°C) y D3 (rodajas a 60°C). Codificando las muestras, como ser:

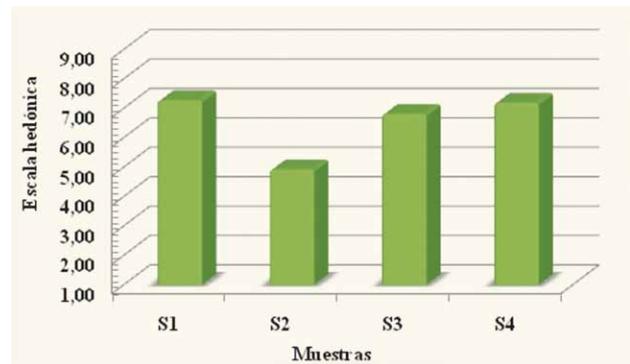
- S1=Temperatura de 50°C y tipo de corte ralla grande.
- S2=Temperatura de 50°C y tipo de corte rodajas.
- S3=Temperatura de 60°C y tipo de corte ralla grande.
- S4=Temperatura de 60°C y tipo de corte rodajas.

En tal sentido, se realizó una evaluación sensorial en escala hedónica; que evaluaron los atributos color, aspecto y textura.

Evaluación Sensorial Final del Atributo Color para Obtener Harina de Zapallo

En la Figura 17, se muestra los resultados de la evaluación sensorial para el atributo textura en el proceso de secado para obtener harina de zapallo.

Figura 17. Evaluación sensorial final para el atributo color en el proceso de secado



En la Figura 17, se observa que las muestras S4 (7,19) y S2 (6,96) tienen mayor puntuación promedio; en comparación con las muestras S3 (6,77) y S1 (6,12), que son menores en escala hedónica. Así mismo, realizado la prueba estadística de Duncan se puede observar en la Tabla 4.

Tabla 4: Análisis de la prueba de Duncan para el atributo color

Tratamientos	Análisis de Valores	Efectos
S4 - S2	0.23 < 0.68	No hay diferencias significativas
S4 - S3	0.42 < 0.71	No hay diferencias significativas
S4 - S1	1.07 > 0.73	Hay diferencias significativas
S2 - S3	0.19 < 0.68	No hay diferencias significativas
S2 - S1	0.84 > 0.71	Hay diferencias significativas
S3 - S1	0.65 < 0.73	No hay diferencias significativas

En la Tabla 4, se observa que existe evidencia estadística entre los tratamientos (S4–S1) y (S2–S1), que son significativos en comparación a los tratamientos (S4–S2), (S4–S3), (S2–S3) y (S3–S1); que no son significativos para $p < 0,01$. Pero analizando la preferencia de los jueces, se tomó en cuenta la muestra S4 (7,19) y tipo de corte rodajas a temperatura de 60°C; como la mejor opción para obtener harina de zapallo, según el atributo color.

Evaluación Sensorial Final del Atributo Textura para Obtener Harina de Zapallo

En la Tabla 5, se muestra los resultados de la evaluación sensorial para el atributo textura en el proceso de secado para obtener harina de zapallo. Donde se observa que las muestras S4 (7,12) y S2 (6,81) tienen mayor puntuación promedio; en comparación con las muestras S3 (6,42) y S1 (6,04), que son menores en escala hedónica.

Tabla 5. Análisis de la prueba de Duncan para el atributo textura

Tratamientos	Análisis de Valores	Efectos
S4 - S2	0.31 < 0.68	No hay diferencias significativas
S4 - S3	0.70 < 0.70	No hay diferencias significativas
S4 - S1	1.08 > 0.72	Hay diferencias significativas
S2 - S3	0.39 < 0.68	No hay diferencias significativas
S2 - S1	0.77 > 0.70	Hay diferencias significativas
S3 - S1	0.38 < 0.72	No hay diferencias significativas

En la Tabla 5, se observa que existe evidencia estadística entre los tratamientos (S4-S1) y (S2-S1), que son significativos en comparación a los tratamientos (S4-S2), (S4-S3), (S2-S3) y (S3-S1); que no son significativos para $p < 0,01$. Pero analizando la preferencia de los jueces, se tomó en cuenta la muestra S4 (7,12) y tipo de corte rodajas a temperatura de 60°C; como la mejor opción para obtener harina de zapallo, según el atributo textura.

Evaluación Sensorial Final para el Atributo Aspecto para Obtener Harina de Zapallo

Con respecto a los resultados de la evaluación sensorial para el atributo aspecto en el proceso de secado para obtener harina de zapallo. Se observa que las muestras S4 (7,27) y S2 (6,77) tienen mayor puntuación promedio; en comparación con las muestras S3 (6,62) y S1 (6,15), que son menores en escala hedónica. Estas diferencias se puede observar en la Tabla 6.

Tabla 6: Análisis de la prueba de Duncan para el atributo aspecto

Tratamientos	Análisis de Valores	Efectos
S4 - S2	0.50 < 0.67	No hay diferencias significativas
S4 - S3	0.65 < 0.70	No hay diferencias significativas
S4 - S1	1.12 > 0.72	Hay diferencias significativas
S2 - S3	0.15 < 0.67	No hay diferencias significativas
S2 - S1	0.62 < 0.70	No hay diferencias significativas
S3 - S1	0.47 < 0.72	No hay diferencias significativas

En la Tabla 6, se observa que existe evidencia estadística entre los tratamientos (S4-S1); que son significativos en comparación a los tratamientos (S4-S2), (S4-S3), (S2-S3), (S2-S1) y (S3-S1); que no son significativos para $p < 0,01$. Pero analizando la preferencia de los jueces, se tomó en cuenta la muestra S4 (7,27) y tipo de corte rodajas a temperatura de 60°C; como la mejor opción para obtener harina de zapallo, según el atributo aspecto.

Diseño Experimental en el Proceso de Secado

En base a los resultados experimentales se procedió a realizar su evaluación estadística a través de Excel 2007 for Windows XP; con un sistema de resolución aleatoria de los factores por la prueba de Fisher para un diseño experimental de 32 (Tabla 7) y determinar su influencia del factor del contenido de humedad final en el producto intermedio.

Tabla 7: Prueba Estadística del Diseño Experimental en el Proceso de Secado para Obtener Harina de Zapallo

FV	SC	GL	CM	Fcal	Ftab
SS(T)	135,35	17			
SS(A)	97,50	2	48,75	39,28*	4,26
SS(B)	1,77	2	0,89	0,71	4,26
SS(AB)	24,90	4	6,23	5,02	3,63
SS(E)	11,17	9	1,24		

* Significativo

En la Tabla 7, se muestra que existe diferencias estadísticas significativas, para el factor A (temperatura) SS(A) y también para la interacción (temperatura-tipo corte) SS (AB). Sin embargo, para el factor B (tipo de corte) SS (B) no existe diferencia estadística significativa, para un límite de confianza del 95 %.

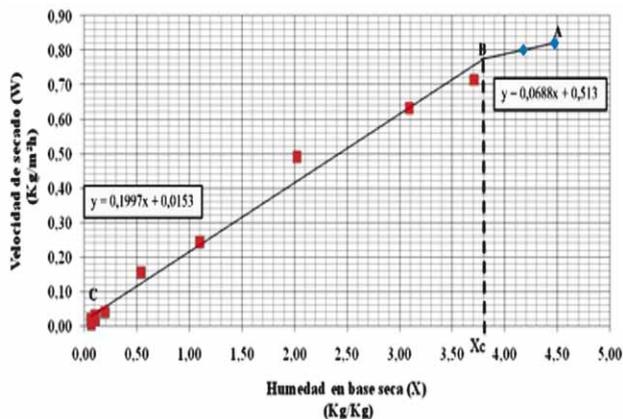
Cinética en el Proceso de Secado para Obtener Harina de Zapallo

Para realizar la cinética de secado de las muestras de zapallo y tipo de corte rodajas de los datos experimentales de peso y contenido de humedad en base seca. Las condiciones del proceso de secado a nivel experimental fueron las siguientes:

Área de la bandeja de secado	0,1156 m ²
Cantidad de materia prima	143,93 g
Contenido de humedad	137,64 %
Contenido de materia seca	6,23 %
Tiempo de secado	6,5 horas
Temperatura de secado	60°C

En la Figura 18, se muestra la cinética de secado de los resultados experimentales del secado en función del contenido de humedad en base seca.

Figura 18. Cinética en el proceso de secado para obtener harina de zapallo



En la Figura 18, se muestra el comportamiento del contenido de humedad media; en relación con la velocidad de secado donde se puede establecer dos tramos distintos:

El período ante crítico (tramo A-B), cuya velocidad es constante hasta que el contenido de humedad de las muestras alcanza un valor crítico, cuya expresión matemática ajustada, se demuestra en la ecuación 1.

$$y = 0,0688x + 0,513 \quad (\text{Ecuación 1})$$

El período post crítico representa el (tramos B-C) donde la velocidad de secado, decrece linealmente hasta que el contenido de humedad de las muestras alcance el valor de equilibrio; cuya expresión matemática ajustada, se demuestra en la ecuación 2.

$$y = 0,1997x + 0,0153 \quad (\text{Ecuación 2})$$

Caracterización del Producto Final

Para caracterizar las propiedades fisicoquímicas del producto final (harina de zapallo), se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

Propiedades Fisicoquímicas del Producto Final (harina de zapallo)

En la Tabla 8, se muestra los resultados de las propiedades fisicoquímicas del producto final (harina de zapallo).

Tabla 8: Propiedades fisicoquímicas del producto final

Componentes	Unidades	Valores
Energía	Kcal/100 g	325,77
Humedad	%	8,04
Proteína	%	14,06
Hidratos de carbono	%	53,68
Materia grasa	%	6,09
Fibra	%	15,39
Cenizas	%	2,74
Hierro	mg/100 g	3,55
Potasio	mg/Kg	127,0
Acidez (cítrico)	%	0,003

Propiedades Microbiológicas del Producto Final (harina de zapallo)

En la Tabla 9, se muestra los resultados de las propiedades microbiológicas del producto final (harina de zapallo), donde se puede observar en el producto final la presencia de mohos y levaduras <10 ufc/g y 9,2x10³ ufc/g de bacterias aerobios mesófilos.

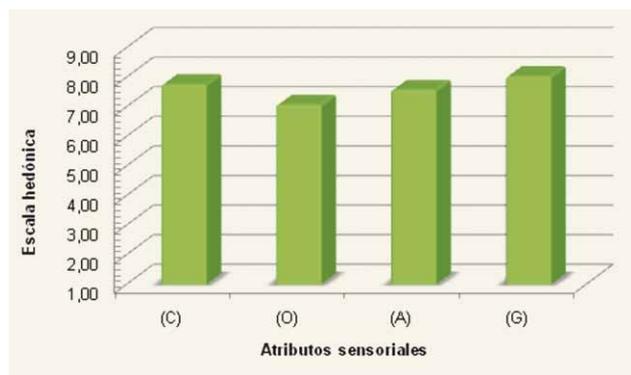
Tabla 9: Análisis microbiológico del producto final

Parámetros	Unidades	Valores
Mohos	ufc/g	< 10
Levaduras	ufc/g	< 10
Bacterias/aerobios/mesófilos	ufc/g	9.22x10 ³

Evaluación Sensorial del Producto Final

En la Figura 19, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de los atributos de color, olor, granulometría y aspecto del producto terminado (harina de zapallo). Utilizando una escala hedónica, compuesta de 26 jueces no entrenados.

Figura 19: Representación gráfica de los atributos organolépticos del producto final



Prueba de Duncan de las propiedades organolépticas del producto final

En la Tabla 10, se muestra la prueba de Duncan para los atributos sensoriales del producto final.

Tabla 10. Prueba estadística de Duncan del producto final

Tratamientos	Valores	Efecto Significancia
Granulometría - Color	0,52	No hay diferencia
Granulometría - Aspecto	0,55	No hay diferencia
Granulometría - Olor	0,56	Si hay diferencia
Color - Aspecto	0,52	No hay diferencia
Color - Olor	0,55	Si hay diferencia
Aspecto - Olor	0,56	No hay diferencia

En la tabla 10, se observa que existe evidencia

estadística entre los tratamientos (granulometría-olor) y (color-olor); que son significativos en comparación a los tratamientos (granulometría-color), (granulometría-aspecto), (color-aspecto) y (aspecto-olor); que no son significativos para $p < 0,01\%$. Pero analizando la preferencia de los jueces, se tomó en cuenta el atributo granulometría (8,04) como el más importante para el producto final.

DISCUSIÓN

Realizado las propiedades físicas del zapallo (Cucúrbita máxima), variedad criollo presenta una altura 31 cm, diámetro 62cm, peso entero 3258g, peso de la parte comestible 2251,62g; obteniendo una porción comestible de 68,02%. El peso de la cáscara de 481,11g; endocarpio y semilla de 525,27g y porcentaje de porción no comestible del 31,98%. En cuanto se refiere a las propiedades fisicoquímicas del zapallo, variedad criollo presenta un contenido de humedad del 93,09%; proteína 0,69%; hidratos de carbono 4,97%; materia grasa 0,01%; fibra de 0,85%; cenizas 0,39%; hierro 0,90mg/100g; potasio 73,70 mg/100g; acidez 0,03% y valor energético de 22,73 Kcal/100g.

En relación al tratamiento térmico, se realizó una evaluación sensorial para el atributo color y se estableció que los jueces prefieren las muestras "RG2" (ralla grande); "RP2" (ralla pequeña) y "R2 (rodajas) para un tiempo de tratamiento térmico de tres minutos en agua a temperatura de ebullición de 92°C. En cuanto, se refiere a la prueba de eficacia térmica (solución de guayacol al 1% en presencia de peróxido de H₂) de los tres tipos de corte para las muestras de zapallo, se llegó a la conclusión que 3 minutos son suficientes para inactivar la enzima peroxidasa.

En cuanto se refiere a la influencia del tipo de corte para un tiempo de 240 minutos, se pudo observar la muestra de rodajas (TC3) a 50°C (T3), presenta una pérdida de agua menor de [4,76Kg agua/Kg sólido seco]; en comparación con la de 70°C (T2) muestra en rodajas (TC3) que tiene una pérdida de agua de [0,71Kg agua/Kg sólido seco]. Sin embargo, a temperatura de 60°C (T1) para rodajas (TC3) posee una pérdida de agua mayor de [0,40Kg agua/Kg sólido seco]; siendo la mejor opción para el tipo de corte en las muestras de zapallo.

Para las variables del proceso de secado, se tuvo el factor temperatura para un tiempo de 180 minutos, se pudo observar que la muestra ralla grande (TC1) y temperatura de 60 °C (T1), presenta una pérdida de agua menor de [3,32Kg agua/Kg sólido seco]; en comparación la muestra ralla pequeña (TC2) a 70°C (T2) que tiene una pérdida de agua de [2,78Kg agua/Kg sólido seco]. Sin embargo, la muestra en rodajas (TC3) a 60°C (T1) posee una pérdida de agua mayor de [1,46Kg agua/Kg sólido seco]; siendo la mejor opción en cuanto se refiere a la temperatura de secado de 60 °C para muestras de zapallo.

La evaluación sensorial de las muestras en el proceso de secado; los jueces mostraron preferencia, por los atributos sensoriales como ser; color (7,38), aspecto (7,23) y textura (6,96) para rodajas a 50 °C, muestra (D9). Así mismo, aroma con (6,81) para ralla grande a 50 °C, muestra (D7); para color (7,27) y aspecto (7,15) la muestra D1 (ralla grande a 60 °C). Finalmente, se puede observar para las muestras que si existe diferencia significativa para $p < 0,01$. Así mismo, para la evaluación sensorial final, los jueces determinaron que la muestra deshidratada es de 60°C y tipo de corte rodajas (S4); con un puntaje en los atributos sensoriales de color (7,19); aspecto (7,27) y textura (7,12). Como así mismo, se puede observar que si existe diferencia significativa entre los tratamientos (muestras) para $p < 0,01$.

Aplicado el diseño experimental 32 en el proceso de secado para obtener harina de zapallo, se estableció que el factor A (temperatura) es significativo. Por lo tanto, se puede decir que es el factor que tiene mayor influencia; en comparación con el factor B (tipo de corte) que no es significativo para $p < 0,05$. En cuanto se refiere a la curva de secado, en el período ante crítico (tramo A-B), cuya velocidad es constante hasta que el contenido de humedad de las muestras alcanza un valor crítico, cuya expresión matemática ajustada:

$$y = 0,0688x + 0,513$$

Para el período post crítico representa el (tramos B-C) donde la velocidad de secado, decrece linealmente hasta que el contenido de humedad

de las muestras alcance el valor de equilibrio; cuya expresión matemática ajustada:

$$y = 0,1997(X)+0,0153$$

Para las propiedades fisicoquímicas del producto final de la harina de zapallo, presenta un contenido de humedad del 8,04%; proteína del 14,06%; hidratos de carbono 53,68%; materia grasa 6,09%; fibra de 15,39%; cenizas 2,74%; hierro 3,55mg/100g; potasio 127,0mg/1 kg; acidez 0,003 % y valor energético de 325,77 Kcal/100g. Así mismo, las propiedades microbiológicas producto presenta mohos y levaduras < 10 ufc/g y $9,2 \times 10^3$ ufc/g de bacterias aerobios mesófilos.

Para el producto terminado en cuanto se refiere a los atributos sensoriales, mostraron preferencia para los atributos de granulometría (8,04); color (7,77); aroma (7,08) y aspecto (7,58). Evidenciando, que hay mayor aceptación por los jueces para los atributos de color y tamaño de partícula y no así para aroma; y aspecto. Asimismo, se pudo observar que si existe diferencia significativa entre los tratamientos (atributos) para $p < 0,01$.

BIBLIOGRAFÍA

- Barbosa, G., V. y Vega, M., H. (2000). "Deshidratación de alimentos". Editorial: ACRIBIA S.A. Zaragoza-España. Página 91.
- Bermúdez, F., J., L., y Maiz, E., V. (2004) "Diseño y construcción de un secador de alimentos de origen vegetal en el estado de Amazonas". Editorial: Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería. Caracas- Venezuela. 2004. Revisado el 03/05/2013 en: <http://saber.ucv.ve/jspui/bitstream/123456789/595/1/TRABAJO%20ESPECIAL%20DE%20GRADO.pdf>.
- Calle, B., R., E. y Aparicio, B., J., J. (2011) "Diseño de una planta de deshidratación de hierbas aromáticas". Editorial: Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Guayaquil-Ecuador. 2011. Revisado el: 03/05/2013 en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/16919/3/TESIS%20FINAL.pdf>

- Bono, C., R. (2013). "Diseños Experimentales". Editorial: Universidad de Barcelona, Departamento de Metodología de las Ciencias del Comportamiento. Barcelona-España. 2013. Revisado el 20/05/2013 en: www.ub.edu/deia/.../111006211828_Disenos_experimentales_WOP_P.ppt.
- CEANID. "Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo". Laboratorio Oficial del Ministerio de Salud y Deportes. Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. Facultad de Ciencias y Tecnología. Tarija-Bolivia. 2013.
- CODEX ALIMENTARIUS. (2013). "Norma del Codex para la Harina de Trigo". Revisado el 04/04/2013 en: http://www.codexalimentarius.org/input/download/standards/50/CXS_152s.pdf.
- Huanca, A., W. (2013). "Cultivo de zapallo - (Cucúrbita máxima Dutch)". Revisado el 06/02/2013 en: <http://www.monografias.com/trabajos59/cultivo-zapallo/cultivo-zapallo2.shtml>.
- Lang, M. y Ermini, P. (2013). "Manual para el Cultivo de Zapallo para la Región Semiárida Pampeana". Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Argentina. 2011. Revisado el 18/03/2013 en: <http://inta.gob.ar/documentos/manual-del-cultivo-de-zapallo-para-la-region-semiarida-pampeana/>.
- León, J. (2000). "Botánica de los Cultivos Tropicales". Volumen I. Editorial: Agroamérica del HCA. San José-Costa Rica. Página 151.
- LEWIS, M., J. (1993). "Propiedades Físicas de los Alimentos y de los Sistemas de Procesado". Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España.
- Lomas, E., M., D., C. (2002). "Introducción al Cálculo de los Procesos Tecnológicos de los Alimentos". Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España.
- Marin, M. y Aymonier, F. (2013). "Ayote, Calabaza, Cucúrbita". Revisado el 28/04/2013 en: <http://www.liberterre.fr/gaigagnostic/semillas/ayote1.html>
- Miller, D., D. (2001). "Química de Alimentos Manual de Laboratorio". Editorial: Limusa Wiley. Departamento de ciencia de los alimentos. Cornell University. Ithaca-Nueva York. Páginas 69-71.
- Ramírez, R., E (2010). "Metodología de la Investigación". Asignatura INA 064. Carrera de Ingeniería de Alimentos, UAJMS-Tarija-Bolivia.
- Ramírez, R., E (2010). "Apuntes de Evaluación Sensorial". Carrera de Ingeniería de Alimentos, Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. Tarija- Bolivia.
- Ureña, P., M., y D'arrigo, H., M. (1999). "Evaluación Sensorial de los Alimentos". Editorial: Universidad Nacional Agraria de la Molina. Lima-Perú.
- Watts, Y., y Jeffery, E. (1992). "Métodos Sensoriales Básicos para la Evaluación de Alimentos". Editorial: Departamento de alimentos y nutrición, facultad de ecología Humana, Universidad de Manitoba e Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. Página 5. 1992. Revisado el 20/05/2013 en: <http://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/12666/1/89276.pdf>.