



Empleo de tres métodos de desamargado a través de la evaluación sensorial de harina y pan de *Lupinus mutabilis* Sweet

Use of three methods of debittered through the sensory evaluation of flour and bread of *Lupinus mutabilis* Sweet

Víctor Vásquez Arce¹; José Gerardo Salhuana Granados^{1, *}; María Patricia Alvarado Tello¹; Alfredo Lázaro Ludeña Gutierrez²; Luis A. Jiménez Díaz³

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cajamarca. Av. Atahualpa s/n – Ciudad Universitaria, Cajamarca, Perú.

² Escuela de Agroindustria e Industrias Alimentarias, Universidad Nacional de Piura. Urb. Miraflores s/n, Castilla, Piura, Perú.

³ Facultad de Economía y Planificación, Universidad Nacional Agraria. Av. La Molina s/n – Ciudad universitaria, La Molina, Lima, Perú.

RESUMEN

El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) es un cultivo de los andes del Perú, Ecuador y Bolivia en donde se consume por su alto valor proteico, fibra y contenido de grasas. El presente trabajo de investigación uso tres métodos de desamargado a través de la evaluación sensorial de harina y pan de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), para lo cual se consideró una muestra de 45 personas para la evaluación. Se consideró tres tratamientos de desamargado de chocho: (t1) agua, (t2) con sal y (t3) con ceniza. La variable respuesta es el análisis sensorial: Color, olor, sabor y textura de la harina y el pan de tarwi, los que fueron sometidos a una prueba de nivel de aceptación según la escala hedónica de 5 puntos. Se usó el diseño completamente al azar. Para la elaboración del pan se usó 25% de harina de tarwi y 75% de harina de trigo. Los resultados del presente estudio muestran que para la harina de tarwi hubo diferencias entre los tres tratamientos para olor y sabor. No hubo diferencias estadísticas para los atributos color y textura cuya calificación fue de me gusta moderadamente (4). Para el pan de harina de tarwi (chocho), los resultados mostraron que no hubo diferencias estadísticas para los tres tratamientos de desamargado con respecto al color, olor, sabor y textura. Los tres primeros calificaron como me gusta moderadamente (4) y la textura del pan calificó como me gusta mucho (4).

Palabras clave: Tarwi; *Lupinus mutabilis*; desamargado; harina; pan.

ABSTRACT

The *Lupinus mutabilis* Sweet is a culture of the Andes of Peru, Ecuador and Bolivia where it is consumed for its high protein value, fiber and fat content. The present research work used three methods of debugging through the sensory evaluation of flour and bread of *Lupinus mutabilis* Sweet, for which a sample of 45 people was considered for the evaluation. Three treatments were considered of chopped off: (t1) water, (t2) with salt and (t3) with ash. The response variable is the sensory analysis: Color, smell, taste and texture of the flour and *Lupinus mutabilis* bread, which were subjected to an acceptance level test according to the 5-point hedonic scale. The design was used completely at random. For the preparation of the bread, 25% of *Lupinus mutabilis* flour and 75% of wheat flour were used. The results of the present study show that for the *Lupinus mutabilis* meal there were differences between the three treatments for odor and taste. There were no statistical differences for the color and texture attributes whose rating was moderately liked (4). For the bread of *Lupinus mutabilis* flour, the results showed that there were no statistical differences for the three treatments of debittered with respect to color, smell, taste and texture. The first three qualified as I like moderately (4) and the texture of the bread qualified as I like it a lot (4).

Keywords: Tarwi, *Lupinus mutabilis*; debittered; flour; bread.

1. Introducción

El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) es una leguminosa de origen andino conocido como chocho en el Ecuador y norte del Perú, tarwi en el sur del Perú y Bolivia. Este cultivo fue

domesticado hace más de 3000 años (Martínez *et al.*, 2005) y en la época del imperio incaico, fue un alimento significativo en la dieta de los pobladores alto andino (Ruskin *et al.*, 1989; Vásquez, 1983). Ocupa uno de los primeros lugares entre los

alimentos nativos con elevado contenido de proteínas y aceites a nivel mundial (Jacobsen y Mujica, 2006; Cross, 1982; Villacrés et al., 1998). El rendimiento promedio en el Perú es de 1251 kg.ha⁻¹ (MINAGRI, 2014). El tarwi es un alimento nutritivo y saludable que tiene como principal inconveniente, para el consumo humano, la presencia de alcaloides de tipo quinolizidínicos que son tóxicos y de sabor amargo. Para disminuir el peligro de intoxicación se debe aplicar un proceso de desamargado (Caicedo, 2001). Mediante el cual se elimina un 99,92% de alcaloides, siendo la etapa de cocción la que elimina un mayor porcentaje de estos (Carrión, 2008). El tarwi o chocho, puede ser usado para la fortificación del contenido de proteínas en pan, galletas, ensaladas, salchichas, entre otros y puede ser sustituto de la soya y la leche (Carvajal-Larenas, 2015). Ensayos de panificación utilizando harina de tarwi, recomiendan sustituir hasta un 10% de la harina de trigo sin desmejorar la calidad del pan en volumen, textura, aroma, suavidad, color de corteza, simetría de forma y sabor (Cupita, 2014; Sven-E y Mujica, 2006). El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar el método más adecuado de desamargado de tarwi para la obtención de harina y pan mediante la evaluación sensorial.

2. Material y métodos

Materiales

Los insumos utilizados para el desamargado fueron: semillas de tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*), sal de mesa (cloruro de sodio), ceniza de eucalipto azul (*Eucalyptus globulus*) y agua.

Insumos para la elaboración del pan: harina de tarwi, harina de trigo, levadura, manteca, huevos, azúcar, sal y agua.

Material y equipo del laboratorio: balanzas, tamiz, bandeja, cocina, mezcladora, estufa, entre otros. El grano de tarwi en una cantidad de 30 kg se obtuvo de la provincia de Cajabamba, con un mes de vigencia de haber sido cosechado.

Desamargado: Se realizó de la siguiente manera: Selección y limpieza: Las impurezas se eliminaron haciendo uso de zarandas de 10 y 6 mm de diámetro.

Pesado: Se hizo mediante la balanza electrónica usando 10 kg para cada método de desamargado.

Hidratación o remojo: Se hizo con 5 L de agua para cada modalidad de desamargado durante 48 horas. Después de este tiempo de remojo el grano de tarwi aumentó su tamaño en un 240% del su peso inicial.

Cocción: Se usó 2 litros de agua por cada kilogramo de grano hidratado a una temperatura inicial de 20 °C por un tiempo de 90 minutos. Este proceso permite eliminar hasta el 75% de los alcaloides que producen el amargo del tarwi y un pH de 4,5.

Lavado: Una vez cocinado los granos de tarwi se colocó en saquitos pequeños, luego se cosió para evitar que salga el grano y se dejó reposar en tinas con agua potable, después se hizo cambios de agua diariamente. Este lavado o cambio de agua duró 7 días para el desamargado con agua, con sal 4 días y con ceniza 5 días, repetido cuatro veces hasta eliminar por completo el amargo.

Descascarado: Se procedió a eliminar la cáscara grano por grano, puesto que en la cáscara se encuentra todavía un porcentaje de alcaloides.

Secado: Una vez que el grano de tarwi estuvo descascarado se procedió al secado mediante el uso de una estufa eléctrica a una temperatura de 60°C durante 10 horas y eliminación del aire al valor máximo de 6 puntos, hasta alcanzar una humedad relativa de 7–8%.

Molienda: El grano seco de cada tratamiento se llevó a un molino eléctrico, a fin de obtener la harina bruta de tarwi al 100% natural. Los pesos para cada tratamiento fluctuaron entre 1230 g a 1430 g respectivamente.

Tamizado: Debido a que la harina de tarwi contenía algunas partículas grandes, éstas fueron separadas por un tamiz de 0,5 de espesor, para obtener una harina más fina, de mejor textura y homogénea de sus partículas.

Empacado y almacenamiento: La harina fue depositada en bolsas herméticas en el laboratorio a una temperatura ambiente de 20 °C.

Análisis sensorial

Se evaluó sensorialmente los componentes: color, olor, sabor y textura con 45 panelistas representados por estudiantes de la Escuela Académico profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias.

Elaboración del pan de tarwi

Se tomó una muestra de cada tratamiento teniendo en cuenta el color, olor, sabor y textura. Se usó el 75% de harina de trigo y 25% de harina de tarwi y otros ingredientes conocidos.

Pesado de ingredientes. Se hizo uso de una balanza eléctrica, pesándose tres veces las mismas cantidades para cada tratamiento de los siguientes ingredientes: harina de tarwi (300 g), harina de trigo (1200 g), huevos (3 unidades), Levadura Mac Pan (100 g), Manteca famosa

vegetal (100 g), azúcar (80 g), sal (25 g) y agua (850 g).

Mezclado: Se hizo uso de la mezcladora eléctrica a fin de conseguir una mezcla más homogénea. En este proceso intervinieron todos los ingredientes: harina de tarwi, harina de trigo, levadura, manteca huevos, azúcar, sal y agua. En esta etapa empieza la solubilización, hidratación y dispersión de los ingredientes.

Amasado: Se usó la amasadora eléctrica con rodillo y se hizo pasar la masa durante 7 minutos aproximadamente.

División y pesado: Estos procesos tienen por finalidad obtener el tamaño del producto unitario para su elaboración posterior sin cambios significativos en las propiedades intrínsecas de la matriz de la que parten. El corte de división que se obtuvo fue de 30 unidades por cada división. El pesado de la masa para cada uno de los tres tratamientos fue de 60 unidades, esto es un total de 180 panes.

Boleado y formado: Una vez hechas las piezas, a continuación, se procede al boleado el cual permite una suficiente flexibilidad. Al finalizar el boleado se colocan en latas de acero inoxidable para el reposo y fermentación.

Fermentación: Ésta se inicia en la amasadora al poco tiempo de añadir la levadura ya que las células de esta comienzan la metabolización de los primeros azúcares libres existentes en la harina. El tiempo es de 60 minutos a una temperatura de 25–30°C en donde las células de la levadura mueren y el pan está listo para ser horneado.

Horneado: Se colocó cada lata con el pan fermentado o hinchado en una pala, para ser introducido en el horno limpio y caliente con una temperatura de 250 °C aproximadamente. A los 7 min de horneado se movieron las latas con ayuda de la pala para un horneado homogéneo. Siendo el tiempo total de 15 min.

Enfriado: retiradas las latas del horno se colocaron en un andamio de madera para que el pan se enfríe a temperatura ambiente por 10 min.

Análisis estadístico

Se evaluaron tres tratamientos: Tratamiento 1 (desamargado con agua), tratamiento 2 (desamargado con sal) y tratamiento 3 (desamargado con ceniza).

Se usó el diseño completamente al azar cuyo modelo estadístico lineal es.

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + e_{ij} \quad \begin{cases} i = 1, \dots, t \\ j = 1, \dots, n \end{cases} \quad (1)$$

Donde y_{ij} : variable respuesta; μ : media general; τ_i : número de tratamientos; e_{ij} : es el efecto verdadero del i -ésimo tratamiento, sujeto a la j -ésima unidad experimental (error experimental).

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) a un nivel de significancia ($p < 0,05$) utilizando el comando del modelo general lineal del software estadístico SAS v 9,4. Cuando se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) se aplicó la prueba de rango múltiple LSD (Vásquez, 2013).

Análisis sensorial

Se realizó una evaluación sensorial de aceptación del producto al consumidor utilizando una escala hedónica descrita en Tabla 1 (Anzaldúa, 1994; Castañeda et al., 2008; Hernández, 2005). El panel sensorial estuvo integrado por 45 estudiantes de la especialidad.

Tabla 1

Escala hedónica para la evaluación sensorial

Puntaje	Nivel de aceptación
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

3. Resultados y discusión

La evaluación sensorial se realizó según la escala hedónica para cada tratamiento con 45 panelistas. Ulteriormente se procesaron los datos bajo el diseño completo al azar (DCA) para establecer cuál de los tratamientos tiene mayor aceptación.

Harina de tarwi

▪ Color

En el ANOVA Tabla 2 se encontró que no existe diferencia significativa ($p > 0,5994$) entre los tratamientos para esta variable, es decir que los panelistas no detectaron diferencia existe para el color de la harina de tarwi.

Tabla 2

Análisis de varianza para la harina de tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*)

Variable	Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	Pr >F
Color	Tratamientos	2	0,3630 ns	0,599
	Error	132	0,040	
	Total	134		
Olor	Tratamientos	2	3,7556 *	0,026
	Error	132	1,1017	
	Total	134		
Sabor	Tratamientos	2	4,0963 *	0,011
	Error	132	0,9832	
	Total	134		
Textura	Tratamientos	2	0,1556 ns	0,823
	Error	132	0,7987	
	Total	134		

La [Figura 1](#) muestra que para el color de la harina de tarwi los tratamientos t1, t2 y t3, han alcanzado puntajes que oscilan entre 4,22 a 4,38 existiendo un rango de 0,16 puntos. Según el puntaje, el nivel de aceptación de acuerdo a la escala hedónica, es, me gusta moderadamente.

El color de la harina de chocho bajo los tres tratamientos de desamargado fue blanco amarillento. Esto se debe a que el tarwi tiene un elevado contenido de grasa (25%), como es el ácido oleico con 42,3%, con un bajo porcentaje de ácido linoléico (3,1%), lo cual favorece el color descrito ([Suca et al., 2015](#); [Díaz, 1990](#)). Este resultado es concordante con ([Delgado et al., 2016](#)), quienes obtuvieron la harina de chocho de color blanco amarillento con desamargado con agua.

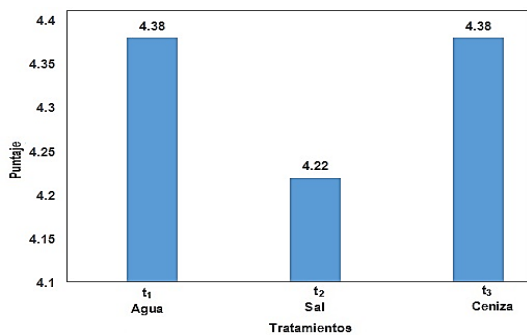


Figura 1. Promedio de la variable color de la harina.

▪ Olor

Se encontró que hay significación estadística ($P > 0,05$) para la fuente de variación tratamientos ([Tabla 2](#)); lo cual indica que existen diferencias reales entre los promedios de los puntajes para la variable olor de la harina de tarwi.

La prueba de comparación de medias LSD muestra que no existen diferencias estadísticas entre los promedios de los tratamientos t2 (desamargado sal) y t3 (desamargado con ceniza); pero que éstos superan estadísticamente al tratamiento 1 (desamargado con agua).

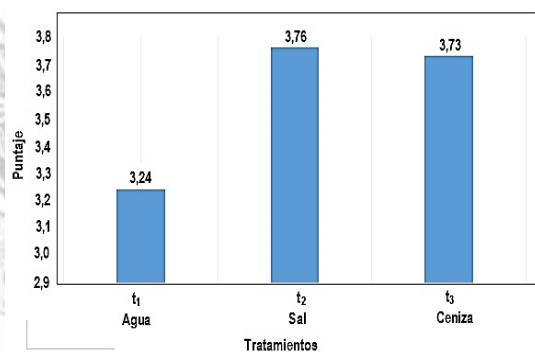


Figura 2. Promedio de la variable olor de la harina.

El desamargado con sal (t2) y ceniza (t3) alcanzaron puntajes entre 3,73 y 3,76 que según la escala hedónica significa que tiene un nivel de no me gusta ni me disgusta, entendiéndose como un olor agradable. El desamargado con agua (t1) los panelistas lo calificaron como me disgusta moderadamente. Los tratamientos t1 y t2 contienen mayor cantidad de cloro, sodio, calcio, potasio, magnesio y fósforo que son más resaltantes que los componentes del agua, además conserva su olor característico por la presencia de nutrientes y por la esparteína que es un alcaloide oleoso, espeso e incoloro con un olor débil a anilina ([Jarrin 2003](#); [Quispe, 2015](#); [Rodríguez, 2009](#)).

▪ Sabor

Se ha encontrado que hay diferencias estadísticas significativas entre los resultados obtenidos de aceptabilidad para el sabor de la harina de tarwi entre los tres tratamientos de desamargado ([Tabla 2](#)). Por lo tanto, se rechaza la $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ y se acepta la $H_A: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$.

La [Figura 3](#) presenta la prueba de LSD, la cual indica que el tratamiento t1 (desamargado con agua) supera estadísticamente a los tratamientos t2 (desamargado con sal) y t3 (desamargado con ceniza). Estos dos últimos según la escala hedónica indica que los panelistas dijeron *me disgustan moderadamente*. Y que solamente el tratamiento t1 (desamargado con agua) alcanzaron el puntaje 3,33 que dice: no me gusta ni me disgusta.

Estos resultados son concordantes con los realizados por [Castañeda et al. \(2008\)](#) quienes haciendo uso de tarwi desamargado con agua encontraron mayor preferencia por la harina de éste en cuanto al sabor. También se debe a que durante el desamargado con agua, cocción y lavado se destruyen sustancias nocivas, tales como antimitobolitos, hemaglutinas y sobre todo acelera la transferencia de los alcaloides a la fase líquida ([Urrutia, 2010](#); [Jiménez, 1978](#)).

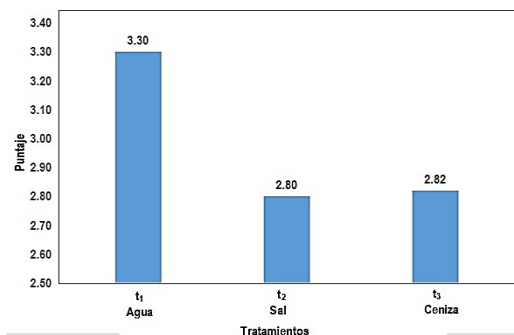


Figura 3. Promedio de la variable sabor de la harina.

▪ Textura

El análisis estadístico indica que no hay diferencias estadísticas significativas entre los resultados obtenidos para la textura de harina de tarwi (Tabla 2). Por lo que se acepta la $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ y se rechaza la $H_A: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$.

La Figura 4 muestra los promedios evaluados para la textura de la harina de tarwi, donde se observa que en promedio con los tres tratamientos se ha obtenido según la escala hedónica los valores de 4,20, 4,18 y 4,09 respectivamente, esto significa que los panelistas dijeron que les gustaba moderadamente la textura de la harina por la finura y suavidad que presentaba.

Pan de harina de tarwi

▪ Color

Al realizar el análisis estadístico de la variable color del pan, no se encontró diferencia estadística significativa ($P > 0,3095$), por lo tanto, se acepta la $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$. El coeficiente de variación es 12,14% considerándose como aceptable.

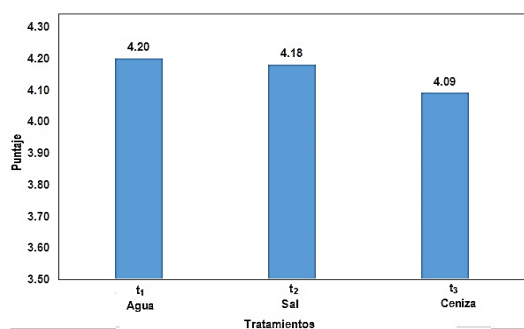


Figura 4. Promedio de la variable textura de la harina.

La Figura 5 muestra que los promedios de los panelistas han variado entre 4,47 a 4,64 puntos, considerándose como: me gusta moderadamente.

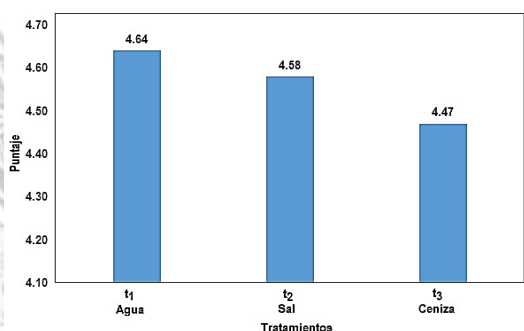


Figura 5. Promedio de la variable color del pan.

Nos indica que para el color del pan hay aceptabilidad moderada para los tres tratamientos (t1: agua, t2: sal y t3: ceniza). El color del pan (corteza marrón y miga amarillo claro) fue para los tres tratamientos, lo cual muestra que el desamargado con los tres métodos no tuvo influencia en la variación del color. Nuestros resultados son concordantes a los de (Pineda, 1997) quienes usando el 15 y 25% de harina tarwi obtuvieron un color similar aceptable desde el punto de vista comercial. Similares resultados se obtuvieron en cuanto al color con 10% de harina de tarwi usados por (Cupita, 2014).

▪ Olor

El análisis de varianza detectó que no hubo diferencias significativas ($p > 0,9434$) para la fuente de variación tratamientos. Esto indica que se acepta la $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$. El coeficiente de variación es 14,03%, un valor bajo, nos indica confiabilidad en los resultados (Vásquez, 2013).

Para la variable olor del pan, los tres tratamientos de desamargado (t1: agua, t2: sal y t3: ceniza) alcanzaron el puntaje de 4,38 a 4,42 indicando que dichos tratamientos califican dentro del nivel de aceptación como me gusta moderadamente (Figura 6). Resultados similares encontraron (Matos y Muñoz, 2010). Nuestros resultados concuerdan con los de (Matos y Muñoz, 2010) quienes al usar adición de harina de chocho de 6% a 30% obtuvieron pan con un olor y aroma particular aceptable.

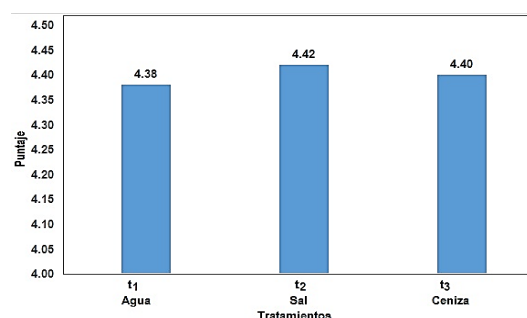


Figura 6. Promedio de la variable olor del pan.

▪ Sabor

Al realizar el análisis estadístico para la variable sabor del pan se encontró que no hubo diferencias estadísticas para la fuente de variación tratamientos. Esto nos indica que la respuesta sabor del pan es similar cuando se procesa con harina de tarwi que ha sido desamargado con agua (t1), sal (t2) o ceniza (t3). El coeficiente de variación es 14,77%, un valor bajo que demuestra la confiabilidad del experimento.

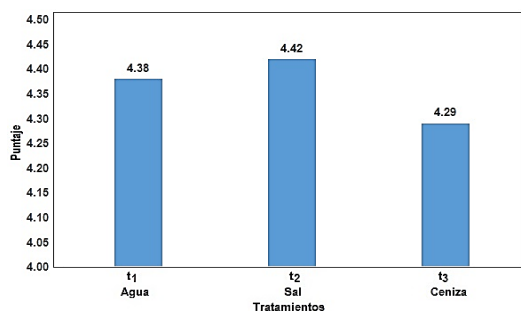


Figura 7. Promedio de la variable sabor del pan.

En la Figura 7 podemos apreciar que para la variable sabor del pan, los tres tratamientos presentan calificaciones mayores que 4 puntos; t1 (desamargado con agua): 4,38, t2 (desamargado con sal): 4,42 y t3 (desamargado con ceniza): 4,40 y que según la escala hedónica el nivel de aceptación es el de me gusta moderadamente. Al respecto (Apunte et al., 2012) no encontraron diferencias significativas entre las formulaciones de 6% al 20% de harina de chocho en cuanto al sabor del pan. Sin embargo, los resultados de (Bonilla et al., 2017) halló diferencias estadísticas significativas para el atributo sabor. Y en cuanto a éste los panelistas calificaron como me gusta ligeramente, que dentro de la escala hedónica es el valor 4.

▪ Textura

El análisis de varianza para la variable textura del pan muestra que no hay significación estadística ($p > 0,2533$) para los tratamientos evaluados, lo cual indica que se acepta la $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$. Resultados similares encontraron (Bonilla et al., 2017). El coeficiente de variación fue del 12,7%.

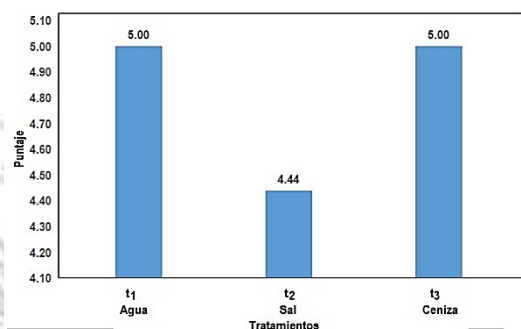


Figura 8. Promedio de la variable textura del pan.

En la Figura 8 se presenta la variable textura del pan proveniente de tres tratamientos de desamargado. En dicha figura se observa que con el tratamiento 1 (desamargado con agua) y tratamiento 3 (desamargado con ceniza) han sobresalido habiendo alcanzado el

puntaje de 5 según la escala Hedónica, lo cual indica que el producto es de un nivel de aceptación de: Me gusta mucho. Estos resultados no son concordantes con los obtenidos por (Bonilla et al., 2017; Delgado et al., 2016) quienes encontraron según su escala utilizada, el puntaje de me gusta moderadamente. En cambio, el tratamiento 2 (desamargado con sal) alcanzó el puntaje 4,44 el cual está dentro del nivel de aceptación: Me gusta moderadamente. Resultado este que si concordaría con los resultados obtenidos por los reportes antes citados.

4. Conclusiones

En el desamargado del tarwi para la harina hubo diferencias entre los tratamientos con sal y ceniza para las variables olor y sabor, cuya calificación fue de no me gusta ni me disgusta.

No hubo diferencias para el desamargado de tarwi entre los tratamientos con agua (t1), con sal (t2) y ceniza (t3), para las variables color y textura de la harina cuya calificación fue me gusta moderadamente.

Para la elaboración del pan con harina de tarwi proveniente del desamargado con agua, sal y ceniza, no se encontró diferencias entre los tres tratamientos para los atributos de color, olor y sabor, cuya calificación alcanzo 4,33 a 4,64, me gusta moderadamente.

El más alto puntaje 5, me gusta mucho fue para la variable textura del pan.

Referencias bibliográficas

- Anzaldúa, A. 1994. Evaluación sensorial de los alimentos en la Teoría y la Práctica. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza-España.
- Apunte, P.G.P.; León, I.G.O.; Cornejo, F. 2012. Utilización de la harina de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) en la elaboración del pan. Facultad de Ingeniería mecánica y Ciencias de la producción. Escuela Superior Politécnica del Litoral-Ecuador.
- Bonilla, C.J.S.; Calderón, C.A.E. 2017. Estudio de la utilización de harina de chocho, extracto de levadura y goma guar en pan de molde: optimización mediante metodología de superficie de respuesta. Tesis para optar el Título de Ingeniero Industria. Universidad San Francisco de Quito, Ecuador.
- Carrón, J.; Villacrés, E.; Peralta I.; Ramos, M. 2008. Reutilización del effluente del desamargado de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet). Alimentos Ciencia e Ingeniería 17(1): 85-93.
- Castañeda, C.B.; Manrique, M.R.; Gamarra, C.F.; Jáuregui, M.A.; Ramos, E.F.; Lizaraso, C.F.; Martínez, H.J. 2008. Probiótico elaborado en base a las semillas de *Lupinus mutabilis* sweet (chocho o tarwi). Acta Med Per 25(4): 210-215.
- Caicedo, C.; Peralta, E. 2001. Zonificación Potencial, Sistemas de Producción y Procesamiento Artesanal del Chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet). Quito: INIAP. (Boletín Técnico N° 105). 49 pp.
- Carvajal-Larenas, F.; Nout, M.; Van Boekel, M.; Koziol, M.; Linnemann, A. 2013. Modelling of the aqueous debittering process of *Lupinus mutabilis* Sweet. LWT - Food Science and Technology 53: 507-516.

- Cupita, H.W. 2014. Efecto de la adición de harina de tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) en sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) en la elaboración del pan. Tesis para optar el Título profesional de Ingeñero Agroindustrial, Universidad Nacional del Altiplano, Puno. Perú. pp
- Cross, R. 1982. El cultivo y utilización del tarwi. Estudio Protección Vegetal, FAO. Roma. Italia 36: 36-48.
- Delgado, V.S.; Neira, Y.A.A. 2016. Elaboración, aceptabilidad, propiedades reológicas, características físico químicas y valor nutricional del pan enriquecido con harina de tarwi. Tesis para obtener el título profesional de Licenciada en nutrición humana, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú.
- Díaz, E. 1990. Porcentaje de proteínas, aceites y alcaloides de seis líneas seleccionadas de tarwi. Tesis Ing. Agrónomo Perú. Universidad Nacional del Perú.
- Jarrín, H.M.P. 2003. "Tratamiento del agua de desamargado de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*), provenientes de la planta pilot de la estación Santa Catalina INIAP". Chimborazo, Ecuador.
- Jacobsen, S.E.; Mujica, A. 2006. El tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) y sus parientes silvestres. Botánica Económica de los Andes Centrales. Pp. 458-82.
- Hernández, E. 2005. Evaluación sensorial. 1a ed. Bogotá.
- Jiménez, O.E. 1978. Estudio químico Tecnológico en el lupino (*Lupinus mutabilis Sweet*). Proyecto Lupino Instituto de Nutrición. Informe N° 2. Lima-Peru.
- Martínez, V.C.; Frías, J.; Vidal, V. 2005. Raffinose family oleaginosaccharides and sucrose content in thir cultivars Food Chemistry 91: 645-649.
- Matos, A.; Muñoz, K. 2010. Elaboración de pan con sustitución parcial de harina precocida de ñuña (*Phaseoleus vulgaris L.*) y tarwi (*Lupinus mutabilis*). Revista Investigación Ciencia Tecnología de Alimentos 1(1): 31-35.
- Ministerio de Agricultura y Riego, Perú. 2014. Estadística Agraria mensual. Disponible en: <http://www.minag.gob.pe/portal/>
- Pineda, C. 1977. Ensayo de panificación con harina de tarwi tesis Ing. Agronómica, Universidad Nacional del Altiplano Puno.
- Quispe, D. 2015. Composición nutricional de diez genotipos de lupino (*L. mutabilis* y *L. albus*) desamargados por proceso acuoso. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Rodríguez, B.A.I. 2009. Evaluación In Vitro de la actividad antimicrobiana de los alcaloides del agua de cocción del proceso de desamargado del chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*). Tesis para optar título de Químico Farmacéutico. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador.
- Ruskin, F.R.; BOSTID, Editor. 1989. Lost crops of the Incas: Little-known plants of the Andes with promise for worldwide cultivation. Washington, DC: Board of Science and Technology for International Development, National Research Council.
- Suca, G.R.; Suca, A.C.A. 2015. Potencial de tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) como futura fuente proteica y avances de su desarrollo industrial. Re. Per. Quím. 18(2): 55-71.
- Sven-E, J.; Mujica, A. 2006. Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.
- Urrutia, W. 2010. Determinación de parámetros óptimos de extracción alcalina para la obtención de aislado proteico a partir de tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*). Tesis de grado. Universidad Nacional Micaela Bastidas, Apurímac, Perú
- Vásquez, A.V. 2013. Experimentación agrícola. Soluciones con SAS. 2da. Edición. Edita. CONCYTEC, Cajamarca. Perú. 489 pp.
- Vásquez, J. 1983. El cultivo del tarwi o chocho en el Perú. Segunda reunión de coordinación nacional de los proyectos lupino y cebada. Instituto Nacional de Investigación y promoción agropecuaria. Sociedad Alemana de cooperación técnica. Convenio de cooperación técnica entre la República de Perú y la República Federal de Alemania. Lima. Perú.
- Villacrés, E.C.H.; Peñalosa, N.C. 1998. Caracterización Física, Nutricional y funcional de las leguminosas. Mundi-prensa. 2a ed. Madrid España.

