

Evaluación nutricional y fisicoquímica del Tarwi (*Lupinus mutabilis*) desamargado, deshidratado, tostado y envasado al vacío para consumo directo

Nutritional and physicochemical evaluation of Tarwi (*Lupinus mutabilis*), dehydrated, roasted and vacuum-packed for direct consumption

Carhuallanqui, Shalin .¹; Casas, José P.¹; Ccora, Angela M.¹ y Vilcapoma, Lizvet .¹

¹ Facultad de Ingeniería en Industrias alimentarias, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huan-

cayo, Perú.

Resumen: El Tarwi (*Lupinus mutabilis*) es una fuente importante de nutrientes, brinda proteínas de bajo costo y su cultivo es amigable con el medio ambiente. Los alimentos desarrollados en base a esta leguminosa podrían contribuir con la seguridad alimentaria en la zona de producción por su prometedor aporte de nutrientes. El objetivo de la investigación fue la obtención de un producto alimenticio altamente nutritivo de gran aceptabilidad utilizando el Tarwi. Las muestras de Tarwi utilizadas en la investigación provienen de comunidades campesinas de la provincia de Jauja, región Junín Perú. Los granos fueron desamargados utilizando un equipo mecanizado prototípico producto de una investigación anterior. El Tarwi desamargado salado a 3.5%; 4.5% y 5.5% de sal, deshidratado (60°C x 6 horas), tostado (100°C × 8 min) y envasado al vacío utilizando bolsas de polipropileno biorientado laminado. Los resultados demuestran que los granos salados a 4.5% de sal, deshidratados a 60 °C y tostados a 105°C fueron los que mayor contenido nutricional presentaron (56.5% de proteína), así como perfil sensorial, mediante pruebas de aceptabilidad. Se concluyó que el Sanck de Tarwi salado a 3.5%, deshidratado y tostado fue el mejor tratamiento. El producto obtenido se presenta como una alternativa interesante de industrialización debido a sus características organolépticas y aporte en nutrientes.

Palabras clave: Lupinus Mutabilis, alcaloides, desamargado, deshidratado, tostado.

Abstract: Tarwi (*Lupinus mutabilis*) is an important source of nutrients, provides low-cost protein and its cultivation is environmentally friendly. Food developed from this legume could contribute to food security in the production area due to its promising nutrient supply. The aim of the research was to obtain a highly nutritious and highly acceptable food product using Tarwi. The Tarwi samples used in the research came from farming communities in the province of Jauja, Junín region, Peru. The grains were shelled using prototype mechanised equipment from previous research. The de-bittered Tarwi was salted to 3.5%, 4.5% and 5.5% salt, dehydrated (60°C x 6 hours), roasted (100°C × 8 min) and vacuum-packed using laminated bioriented polypropylene bags. The results show that the beans salted at 4.5% salt, dehydrated at 60°C and roasted at 105°C had the highest nutritional content (56.5% protein), as well as sensory profile, through acceptability tests. It was concluded that Tarwi Sanck salted at 3.5%, dehydrated and roasted was the best treatment. The product obtained is presented as an interesting alternative for industrialisation due to its organoleptic characteristics and nutrient content.

Keywords: Lupinus Mutabilis, alkaloids, de-bittered, dehydrated, roasted..



Referencia: Carhuallanqui, S., Casas, J. P., Ccora, A. M., y Vilcapoma, L. (2024). Evaluación nutricional y fisicoquímica del Tarwi (*Lupinus mutabilis*) desamargado, deshidratado, tostado y envasado al vacío para consumo directo. *Prospectiva Universitaria en Ciencias Agrarias*, 05(01), 1-7. <https://revistas.uncp.edu.pe/index.php/pucag/article/view/2171>

Recibido: 12 de enero 2024

Aceptado: 30 de junio 2024

Publicado: 30 de junio 2024

Prospectiva Universitaria en Ciencias Agrarias. Vol. 05, núm. 01, enero a junio, 2024. Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons



CC BY 4.0 DEED

Attribution 4.0 International
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

1. Introducción

Las leguminosas en general han contribuido con la alimentación humana desde hace siglos. Siendo su importancia nutricional no tan reconocida (FAO, 1982). La industria alimentaria propone incrementar su producción y consumo, mediante el uso de tecnologías de conservación, contribuyendo con la seguridad alimentaria; con mayor énfasis en las zonas de cultivo (Cusiche & García, 2024). El lupino andino (*Lupinus mutabilis* Sweet), es una leguminosa de los andes sudamericanos, domesticada y cultivada entre los 1500 y los 3850 msnm siendo consumida ampliamente por los pobladores de manera tradicional. En Perú en el norte se le conoce como chocho y en el centro y sur como Tarwi (Neves, 1994) y es reconocida por su gran aporte nutricional en cuanto a proteínas y lípidos (ácidos grasos monoinsaturados y polinsaturados) (Carvajal-Larenas et al., 2016). Se ha demostrado mediante estudios científicos que los lupinos tienen similar contenido nutricional con la soya (Muzquiz et al., 1999). También se han diseñado alimentos funcionales (panes y pasteles) en el que el Tarwi enriquece la harina de trigo, mejorando el equilibrio de aminoácidos y aumentando el contenido de proteínas (Villarino et al., 2015). El uso de esta leguminosa se ha limitado por la presencia de sustancias tóxicas, las semillas poseen en su estructura alcaloides quinolizidínicos, que le confieren cierto grado de toxicidad y un sabor amargo, aunque estas sustancias protegen a la planta en el medio; impiden que la semilla sin tratamiento pueda ser aprovechada para consumo.

El Tarwi contiene más de setenta tipos de alcaloides, como los grupos de la luponina y esparteína (Czubiski & Siger, 2023). La presencia de estos alcaloides en todo el grano no permite su consumo directo y se necesita un desamargado, de manera tradicional este proceso demora entre siete a quince días y se hace uso de fuentes de agua natural. Con el avance de la tecnología nuevos métodos se han propuesto reduciendo el tiempo de proceso y optimizando el recurso hídrico (Carhuallanqui et al., 2022). Con la obtención del grano desamargado se abren diversas posibilidades tecnológicas para generar nuevos productos a base Tarwi. El procedimiento de secado modifica las características químicas, físicas, enzimáticas y de digestibilidad de las leguminosas (Zavaleta, 2018) sin embargo, este proceso da estabilidad en almacenamiento y mayor tiempo de vida útil al producto obtenido. En cuanto a las características sensoriales, un método que genera o resalta atributos como el color, sabor, textura y aroma es el tostado de granos deshidratado; que emplea altas temperaturas (80°C a 170°C) y la transmisión de

calor por conducción. A fin de mantener las características organolépticas y nutricionales de un producto de consumo directo la industria alimentaria emplea el envasado al vacío, modificando la atmósfera al interior del empaque lo que limita la multiplicación de los microorganismos aerobios, sobre todo la de los mohos, reduce la velocidad de la multiplicación de los *Staphylococcus* (Pinto et al., 2016). La investigación evaluó el contenido nutricional y las características fisicoquímicas del Tarwi desamargado, deshidratado, tostado y envasado al vacío para consumo directo.

2. Métodos

La muestra de Tarwi (*Lupinus mutabilis*) se recolectaron de las comunidades campesinas de Masajanca, Paccha, Anexo de San José de Apata, Titay, Masma Cicche, provincia de Jauja, región Junín Perú. La muestra fue 5 kg de Tarwi, para su caracterización. Siendo trasladadas hasta el laboratorio de Tecnología de la Facultad de Ingeniería Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional del Centro. El tipo de investigación utilizada fue experimental con nivel aplicado (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). Debido a que utilizó conocimientos científicos para la evaluación nutricional y fisicoquímica del tostado de Tarwi que enfoca la atención sobre la solución de problemas más que sobre la formulación de teorías.

2.1. Análisis fisicoquímicos de la materia prima

Humedad: Método propuesto por la AOAC (1998).

pH y acidez: NTP 202.086 (2012) y NTP 205. 039: (1975)

Determinación de alcaloides: Determinación de alcaloides Quinolizidínicos. Cromatografía de Gases GC-MS. La cantidad de muestra fue 100 g. La determinación se basó mediante una curva de calibración en función a la respuesta de las áreas de la concentración del estándar Esparteína. La determinación de los otros alcaloides se realizó por comparación de los espectros de masas de la muestra con la biblioteca de espectros de National Institute of Standards and Technology versión 11 (NIST v11) y se relacionó sus respectivas áreas con la curva de calibración (Romeo et al., 2018).

2.2. Análisis del producto final

Análisis sensorial: Escala hedónica. Método propuesto por Morales (1994).

Análisis químico proximal: Determinación de humedad: Método recomendado por (AOAC, 2000). Determinación de proteína: Método recomendado por (AOAC, 2000). Determinación de grasa: Método recomendado por (AOAC, 2000). Determinación de fibra: Método recomendado por (AOAC, 2000). Deter-

minación de ceniza: Método recomendado por (AOAC, 2000). Determinación de carbohidratos: Método recomendado por (AOAC, 2000).

2.3. Procesos de obtención del Tarwi

Recepción: Las muestras de Tarwi fueron recepcionadas verificando sus características de calidad del grano.

Pesado: Se peso 2 kg de Tarwi, para ingresar al prototipo a su remojo.

Selección y limpieza: Se seleccionó los granos aptos para el proceso de desamargado de acuerdo con el color, tamaño, apariencia física y sin impurezas, así separarlas de otros residuos.

Remojado o Hidratación: En esta etapa los granos fueron remojados en abundante agua por 14 horas, a una agitación de 450RPM permitiendo aumentar el doble del volumen del grano.

Cocción: Los granos hidratados pasaran a ser cocidos a 85°C por 60 minutos en la maquina desamargadora a una agitación de 450 RPM.

Lavado: Los granos cocidos se enjuagarán en varias ocasiones con abundante agua a temperatura ambiente, de 4 a 5 días, con recambios de agua.

Secado: el tiempo de secado es de 8 horas a una temperatura de 60°C .

2.4. Proceso de secado y tostado del Tarwi

Selección del Tarwi desamargado: se realizó de forma manual a fin de eliminar las leguminosas partidas.

Pesado: se realizó en una balanza de plataforma a fin de determinar la cantidad exacta el total de bandejas del secador. Se realizó por peso y de forma manual a fin de distribuir de forma homogénea y uniforme que permita el secado adecuado del Tarwi.

Secado y deshidratado: Se realizó en un horno de secado con circulación de aire caliente a temperaturas de 50°C , 60°C y 70°C a fin de determinar la temperatura optima que permita conservar el color del Tarwi y la humedad deseada. Se realizó la medición, mediante el analizador de humedad; el rango óptimo de humedad en el Tarwi secado está comprendido entre 12-14%.

Acondicionado: Se adiciono sal y aceite antes de ser tostado a fin de que obtenga color y sabor deseado.

Tostado: Se realizó en un tostador convencional de forma cilíndrica a diferentes temperaturas 80°C , 85°C y 90°C a fin de obtener el Tarwi con la coloración adecuada y características sensoriales de sabor.

Enfriado: Se realizó a temperatura ambiente hasta equilibrar con la temperatura del medio.

Empacado al vacío: Se realizó en envases de bolsa de polipropileno biorientado laminado metalizadas, en un equipo de empacado y sellado al vacío.

2.5. Análisis

El análisis estadístico se realizó utilizando los datos experimentales a quienes se aplicaron un DCA. Con un nivel de confiabilidad del 95% utilizando el software Minitab 19. Así mismo, se evidencio que no existe diferencia significativa entre los tratamientos por lo que se eligió el tratamiento que reporto mejores características de rendimiento, características fisicoquímicas y nutricionales.

3. Resultados

Los resultados obtenidos en el trabajo de investigación se detallan en las tablas donde se reportan datos experimentales.

3.1. Desamargado del Tarwi en prototipo

El desamargado se realizó en una máquina prototípico para reducir alcaloides de capacidad de 5 Kg/batch de Tarwi, dentro de los parámetros óptimos del desamargado se tiene para el remojo un tiempo de 14 horas en el prototipo con agitación constante a 450RPM; 60 minutos de cocción a 450 RPM en el prototipo con una proporción 1:4 de materia prima y agua y 4 días de lavado con 2 cambios de agua en proporción 1:6 materia prima agua, llegándose a disminuir los alcaloides hasta 0.9mg/gr.

3.2. Análisis químico y contenido de alcaloide de Tarwi desamargado

En la tabla 1 se observa datos de la muestra de Tarwi seca sin desamargar procedente de la localidad de Masma Chicche provincia de Jauja, la muestra reporta un contenido total de 16.90 mg de alcaloides Quinolizidinicos expresado en equivalentes de Esparteína por gramo de semilla Tarwi, los mismos que serán desamargados para ser secados y tostados.

En la tabla 2 que corresponde a la muestra de Tarwi desamargado con código M5341, se reportan los resultados de los cuatro alcaloides quinolizidinicos mayoritarios; donde el valor de la esparteína no se detectó ND, mientras que la luponina está presente en valores de 0.3 mg/g al igual que la 13hidroxiluponina, en cambio la nutallina esta alrededor de 0.2 mg/g, sumados los cuatro hacen un total de 0.9 mg de alcaloides quinolizidinicos expresados en términos de esparteína por cada gramo de Tarwi desamargado, siendo esta la muestra optima que esta lista para ser secado y tostado

En la tabla 3 se muestra el comparativo de determinación de alcaloides quinolizidinicos en 4 muestras de Tarwi desamargado, obteniendo que la muestra con código M5341 reporta 0.9 mg (0.09%) de alcaloides expresado en términos de esparteína, siendo esta la óptima para el procesado ya que esta apto para consu-

Tabla 1*Determinación de alcaloides Quinolizidinicos en muestras de semillas secas de Tarwi*

Alcaloides Quinolizidinicos	Tiempo de retención	1	2	3	Alcaloides mg/gr
Esparteína	9.234	1.370	1.265	1.361	1.3
Lupanina	15.273	13.29	13.04	13.18	13.2
Nutallina	16.507	1.458	1.380	1.375	1.4
13 HidroxiLupina	18.613	1.011	1.005	0.958	1.0

Nota. Datos de alcaloides obtenidos de Tarwi procedente de Jauja Perú

Tabla 2*Determinación de alcaloides Quinolizidinicos en muestra M5341 de semillas desamargadas de Tarwi*

Alcaloides Quinolizidinicos	Tiempo de retención	1	2	Alcaloides mg/gr
Esparteína	9.251	ND	ND	ND
Lupanina	15.332	0.381	0.494	0.3
Nutallina	16.546	0.228	0.23	0.2
13Hidroxilupanina	18.647	0.282	0.389	0.3
Total				0.9

Nota. Datos experimentales de cuatro alcaloides quinolizidinicos mayoritarios en Tarwi

mo humano debido a que el reporte es inferior al valor 0.1%, que según (Gutiérrez Ana et al., 2016) donde indica que las personas puede consumir alcaloides menores a 0.1% los cuales no le generan daño alguno. Según (INACAL, 2018) indica que los valores de alcaloides deben estar dentro del rango de 0.02 - 0.07%, saliendo fuera del rango por 0.02 centésimas.

Tabla 3*Determinación de alcaloides totales en cuatro muestras de Tarwi desamar gado*

Muestra de Tarwi	mg/g de muestra
M5351	3.3
M5341	0.9
M5431	4.3
M5441	1.6

3.3. Temperatura de secado y tostado óptimo mediante evaluación sensorial

El Tarwi desamargado antes de ser secado recibió tratamiento de salado, se trabajó con tres porcentajes de sal a 3.5%, 4.5% y 5.5% por cada muestra de 1kg, seguidamente se acondicionó en bandejas para su se-

cado.

El secado se llevó a cabo en un horno eléctrico de 8 bandejas de capacidad, marca Boxa, de potencia de 2000W, exclusivo para alimentos, mediante circulación de aire caliente uniforme por debajo sobre y a través de las bandejas. La temperatura optima de secado para el Tarwi desamargado es a 60 °C por 8 horas, obteniéndose un Tarwi con 16 % de humedad lista para ser tostada.

El tostado del Tarwi seco, se realizó en un tostador convencional de aleación acero aluminio, a una temperatura optima de 100°C por un tiempo de 8 minutos, obteniéndose las muestras con color y textura óptima para su evaluación sensorial.

La tabla 4 muestra los resultados de la evaluación sensorial realizado a 24 panelistas, donde se evaluó atributos como color, olor, sabor, crocantes y aceptabilidad general de las tres muestras con variación de porcentaje de sal, con una escala hedónica de 7 puntos, obteniéndose que los atributos color, sabor y aceptabilidad general muestran diferencia significativa según el estadístico que indica Medias con diferentes letras dentro de la columna son diferentes significativamente $p < 0.05$, es decir el panelista diferenció estos tres atributos en su evaluación sensorial por cada muestra.

Por otro lado, los atributos olor y crocantes no pudo ser diferenciado por el panelista en los tres tratamientos ya que según el estadístico indica que Medias con la misma letra dentro de la columna no son diferentes significativamente $p > 0.05$. esto significa que estos dos atributos no se diferencian en las tres muestras. Asimismo, el snack de Tarwi con 4.5% de sal, es el que tiene mayor calificativo, ya que tiene los valores más altos según la escala hedónica su promedio es de (4.83 =5, que significa bueno).

3.4. Análisis químico proximal del Tarwi desamargado seco y tostado

El análisis químico proximal del Tarwi desamargado seco y tostado se realizó en el laboratorio bromatológico de análisis de alimentos de la FAIAA de la UNCP obteniéndose los siguientes resultados.

Según (Gross et al., 1988) citado por S. Jacobsen y A. Mujica (2006), las semillas de Tarwi son excepcionalmente nutritivas, estudios en más de 300 genotipos diferentes indican que la proteína varía de 41-51%, pero en base a resultados bromatológicos indica que posee en promedio 35.5% de proteína, 16.9% de aceites, 7.65% de fibra cruda, 4.145% de cenizas y 35.77% de carbohidratos. Segundo la tabla 8 los resultados del análisis nutricional del Tarwi desamargado seco y tostado óptimo corresponde al tratamiento 3 (90°C) donde se tiene que la proteína es de 56.3% mayor al reportado por (Jacobsen et al., 2006) al igual que la grasa que reporta 24.5% y también la fibra que reporta 9.9%, mientras que los carbohidratos 7.2% y ceniza 1.7% son menores a la composición de semilla de Tarwi, estos datos variarían debido al efecto del tratamiento de desamargado seco y tostado.

Según la tabla 5 los resultados del análisis nutricional del Tarwi desamargado seco y tostado óptimo corresponde al tratamiento 3 (90°C) donde se tiene que la proteína es de 56.3% mayor al reportado por (Jacobsen et al., 2006) al igual que la grasa que reporta 24.5% y también la fibra que reporta 9.9%, mientras que los carbohidratos 7.2% y ceniza 1.7% son menores a la composición de semilla de Tarwi, estos datos variarán debido al efecto del tratamiento de desamargado seco y tostado.

Tabla 5
Composición química proximal del Tarwi desamargado seco y tostado

Variables	Tratamientos de Sal		
	3.5%	4.5%	5.5%
Humedad	8.02	5.31	3.83
Proteína	55.85	54.03	56.5
Grasa	24.74	24.36	24.5
Ceniza	1.65	1.38	1.7
Carbohidratos	8.7	11.1	7.2
Fibra	8.9	9.05	9.9

Nota. Evaluación nutricional de los tratamientos de salado de Tarwi

4. Discusión

Según Gutierrez et al. (2016) Antes de aplicar los tratamientos, fue necesario remojar el Tarwi durante 6 a 8 horas con agua en una relación MP: agua 1:6 (p/v). la menor cantidad de alcaloides la obtuvieron con un tiempo de cocción de 30 minutos, 10 lavados durante 48 horas y con agua en una relación MP: agua 1:9 (p/v), finalmente el contenido final de alcaloides fue de 0.0055 gr/gr, mientras que con las condiciones detalladas en el presente trabajo de investigación el mejor tratamiento nos reportó contenido final de alcaloides 0.0009 g/g.

Según (Gross et al., 1988) las semillas de Tarwi son excepcionalmente nutritivas, estudios en más de 300 genotipos diferentes indican que la proteína varía de 41-51%, pero en base a resultados bromatológicos indica que posee en promedio 35.5% de proteína, 16.9% de aceites, 7.65% de fibra cruda, 4.145% de cenizas y 35.77% de carbohidratos. Segundo la tabla 8 los resultados del análisis nutricional del Tarwi desamargado seco y tostado óptimo corresponde al tratamiento 3 (90°C) donde se tiene que la proteína es de 56.3% mayor al reportado por S. Jacobsen y A. Mujica al igual que la grasa que reporta 24.5% y también la fibra que reporta 9.9%, mientras que los carbohidratos 7.2% y ceniza 1.7% son menores a la composición de semilla de Tarwi, estos datos variarán debido al efecto del tratamiento de desamargado seco y tostado.

La temperatura de secado adecuada para el Tarwi desamargado es a 60°C por 8 horas, obteniéndose Tarwi con 16% de humedad la cual fue llevada a tostado de 100°C x 8 min, según Gross et al. (1988), el tostado mejora las características organolépticas del grano. El sabor característico típico de la legumbre es minimizado y la harina adquiere un sabor neutral, según el grado de tueste. Además, durante esta operación se quiebra la cáscara, lo que facilita su desprendimiento y remoción. El proceso de tostado no estaría afectando el valor nutricional del Tarwi.

Schoeneberger et al. (1982) estudiaron la calidad de las proteínas de varios derivados de Tarwi, muestran que las proteínas muestran bajos valores de PER (relación de eficiencia proteica). Pero cuando estas proteínas fueron

suplementadas con metionina, los valores de PER fueron iguales a 3.05; lo cual es prácticamente igual al de la caseína. Los valores equivalentes a granos de Tarwi cocidos y desamargados fueron similares, sugiriendo que la cocción no mejora la calidad de las semillas.

En la industria de alimentos la aceptación sensorial es tan importante como la calidad nutricional y el aspecto microbiológico (Hernandez, 2005). El producto

Tabla 4*Evaluación sensorial de snack de Tarwi tostado y salado*

Muestra (%)	Color	Olor	Sabor	Crocantes	Aceptabilidad General
F1 con 3.5% Sal	3.91, ±0.88bc	4.66, ±1.20a	4.42, ±0.88ab	4.50, ±0.97a	4.17, ±0.81bc
F2 con 4.5% Sal	4.83, ±0.38a	4.83, ±0.81a	4.70, ±1.13a	4.50, ±0.88a	4.83, ±1.16a
F3 con 5.5% Sal	4.17, ±0.91b	4.67, ±0.96a	3.92, ±1.21b	4.50, ±1.06a	4.17, ±1.00b

Nota. Valores de media y desviación. Escala hedónica (7 puntos): 1 = Bueno, 2 = Malo, 3 = Deficiente, 4 = Aceptable, 5 = Bueno, 6 = Muy Bueno, 7 = Excelente

obtenido, snack a base de Tarwi cumple con estas tres características que demandan los consumidores.

Para asegurar la adecuada conservación del producto se envasó al vacío. Esta estrategia denota el uso de un envase inerte de modo de garantizar sinérgicamente la frescura del producto y la conservación de sus nutrientes utilizando barreras físicas que limitan el ingreso de oxígeno, la humedad y los rayos UV (Pinto et al., 2016).

5. Conclusiones

El contenido final de alcaloides en el presente trabajo de investigación con el mejor tratamiento nos reportó contenido final de alcaloides 0.0009 gr/gr, con los parámetros óptimos del desamargado se tiene para el remojo un tiempo de 14 horas en el prototipo con agitación constante a 450 RPM; 60 minutos de cocción a 450 RPM en el prototipo con una proporción 1:4 de materia prima y agua y 4 días de lavado con 2 cambios de agua en proporción 1:6 materia prima agua, llegándose a disminuir los alcaloides hasta 0.9 mg/gr.

De acuerdo con los resultados obtenidos, puede decirse que los granos de Tarwi tienen características composicionales comparables a materias primas convencionales como la soya, por lo que responde a la calidad y alto valor nutricional que puede ser útil en la incorporación como materia prima en alimentos derivados de la industria alimentarias y otros.

Las variables con efecto significativo sobre la reducción en el contenido de alcaloides de los granos de Tarwi son, la temperatura de cocción, tiempo de cocción, velocidad del agitador y número de lavados.

En la evaluación sensorial del producto se obtuvo un puntaje promedio superior a los 4 puntos (escala hedónica del 1 al 7) de todas las propiedades evaluadas. El puntaje promedio corresponde al intervalo de aceptación, además, sensorialmente no se detectaron compuestos indeseables en el producto.

El Tarwi tiene un gran potencial para el desarrollo de nuevos productos, como el propuesto en esta investigación, pues presentan oportunidad real de aporte a la nutrición y bienestar de poblaciones del Perú.

Referencias

- Carhuallanqui, S., Ccora, A., Vilcapoma, L., & Casas, J. (2022). Caracterización del tarwi (*Lupinus mutabilis*) y diseño de un prototipo de desamargador para la reducción de alcaloides. *Journal of Agri-food Science*, 3(1), 53-60. Consultado el 17 de enero de 2024, desde <https://revistas.uncp.edu.pe/index.php/jafs/article/view/1441>
- Carvajal-Larenas, F. E., Linnemann, A. R., Nout, M. J. R., Koziol, M., & van Boekel, M. A. J. S. (2016). Lupinus Mutabilis: Composition, Uses, Toxicology, and Debittering. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(9), 1454-1487. <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.772089>
- Cusiche, M. L., & García, J. E. (2024). *Efecto de temperatura y presión en el contenido de fitoesteroles de aceite de tarwi (*Lupinus mutabilis*) extraído por CO₂ supercrítico* [Tesis de lic.]. Universidad Nacional del Centro del Perú. Consultado el 25 de agosto de 2025, desde <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/10932>
- Accepted: 2024-07-04T15:08:55Z.
- Czubiski, J., & Siger, A. (2023). Physicochemical Characteristics and Technological Properties of *Lupinus mutabilis* Oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 125(6), 2200200. <https://doi.org/10.1002/ejlt.202200200>
- FAO. (1982). *El cultivo y la utilización del tarwi: lupinus mutabilis Sweet*.

- Gross, R., Von Baer, E., Koch, F., Marquard, R., Trugo, L., & Wink, M. (1988). Chemical composition of a new variety of the Andean lupin (*Lupinus mutabilis* cv. Inti) with low-alkaloid content. *Journal of Food Composition and Analysis*, 1(4), 353-361. [https://doi.org/10.1016/0889-1575\(88\)90035-X](https://doi.org/10.1016/0889-1575(88)90035-X)
- Gutierrez, A., Infantes, M., Pascual, G., & Zamora, J. (2016). Evaluación de los factores en el desamargado de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). *Agroindustrial Science*, 6(1), 145-149. <https://doi.org/10.17268/agroind.science.2016.01.17>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de La Investigación - Las Rutas Cuantitativa, Cualitativa y Mixta*. https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=5A2QDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=metodologia+de+la+investigacion+roberto+sampieri&ots=TjTgUWUoE5&sig=4pB9KOGUjaydxelH8eCVCpcJKW&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false%0Ahttps://d1wqxts1xzle7.cloudfront.net/64018215/M
- Morales, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica* - Editorial Acribia, S.A. Editorial Acribia SA. Consultado el 25 de agosto de 2025, desde https://www.editorialacribia.com/libro/la-evaluacion-sensorial-de-los-alimentos-en-la-teoria-y-la-practica_53649/, %20https://www.editorialacribia.com/libro/la-evaluacion-sensorial-de-los-alimentos-en-la-teoria-y-la-practica_53649/
- Muzquiz, M., Burbano, C., Pedrosa, M. M., Folkman, W., & Gulewicz, K. (1999). Lupins as a potential source of raffinose family oligosaccharides. *Industrial Crops and Products*, 9(3), 183-188. [https://doi.org/10.1016/S0926-6690\(98\)00030-2](https://doi.org/10.1016/S0926-6690(98)00030-2)
- Pinto, N., Carlos, J., & Cañarejo, M. (2016). Fruits and Vegetables Preservation Method Using Controlled Atmospheres. *Agroindustrial Science*, 2, 231-238. <https://doi.org/10.17268/agroind.science.2016.02.08>
- Romeo, F. V., Fabroni, S., Ballistreri, G., Muccilli, S., Spina, A., & Rapisarda, P. (2018). Characterization and Antimicrobial Activity of Alkaloid Extracts from Seeds of Different Genotypes of *Lupinus* spp. *Sustainability*, 10(3), 1-12. <https://doi.org/10.3390/su10030788>
- Schoeneberger, H., Gross, R., Cremer, H., & Elmadfa, I. (1982). Composition and Protein Quality of *Lupinus Mutabilis*. *The Journal of Nutrition*, 112(1), 70-76. <https://doi.org/10.1093/jn/112.1.70>
- Villarino, C. B. J., Jayasena, V., Coorey, R., Chakrabarti-Bell, S., & Johnson, S. (2015). Optimization of formulation and process of Australian sweet lupin (ASL)-wheat bread. *LWT - Food Science and Technology*, 61(2), 359-367. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.11.029>
- Zavaleta, A. (2018). *Lupinus mutabilis (tarwi). Leguminosa andina con gran potencial industrial*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Consultado el 25 de agosto de 2025, desde <https://es.catalat.org/libro/lupinus-mutabilis-tarwi-leguminosa-andina-con-gran-potencial-industrial/>