

Cienci@^{gro}limentaria

Journal of Agri-food Science

Volumen 1°/ Número 1°/ Marzo 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
(National University Of The Center Of Perú)

Journal of Agri-Food Science
Revista Ciencia Agro Alimentaria

Volumen 1 – Número 1: **2022**

Revista Científica publicada por el Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

CONCEJO EDITORIAL/EDITORIAL BOARD

Editor – Jefe

Dr. Miguel Angel Quispe Solano

COMITE EDITORIAL/EDITORIAL COMMITTEE

M.Sc. Carlos Guillermo Seguil Mirones
M.Sc. Greta Hinostroza Quiñonez
M.Sc. Vilma Julia Reyes De La Cruz

Comité científico

Ph. D. Emilio Fredy Yábar Villanueva
Dra. Clara Raquel Espinoza Silva
Dr. Edgar Rafael Acosta López

Diagramador

M.Sc. José Paúl Casas Vásquez

Web site <http://www.uncp.edu.pe/>

E-mail: www.uncp.edu.pe

E-mail: mquispe@uncp.edu.pe

Dirección: Av. Mariscal Castilla N° 3909 El Tambo – Huancayo - Perú

Contenido

	Pág.
1. Optimización de la capacidad antioxidante de brácteas de alcachofa criolla (<i>Cynara scolymus L.</i>) con CO₂ supercrítico Acosta López, E., Castro Garay, A.	02
2. Efecto de la potencia de extracción asistida por microondas de los alcaloides esparteína, lupanina, nuttalina y 13αhidroxilupanina del tarwi Seguil Mirones, G., Egas Peña, E.	10
3. Capacidad antioxidante de aceite esencial de hojas de eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>) extraído por energía ultrasónica. Quispe Solano, M., Corilla Flores, D., Asto Hinojosa, R., Huamán De la Cruz, A., Manyari, Cervantes G.	19
4. Deshidratado del café en el secador solar autónomo y tradicional – Tarma Camayo Lapa B., Manyari Cervantes, G., De La Cruz Porta, E., Place Rojas, L., Gavilán Mallma, M., Quispe-Solano, M.	30
5. Efecto del lavado, escarificación, tiempo de rehidratación y tiempo de germinación en el contenido de saponina de quinua (<i>chenopodium quinoa willd</i>) y en el porcentaje de germinación Ramos Gómez, J., Yábar Villanueva, E., CCora Huamán, A. y Peña Rivera, A.	37
6. Aislamiento y uso de bacterias ácido lácticas nativas en la elaboración de tocosh en condiciones naturales y controladas Reyes De La Cruz, V., Yábar Villanueva, E.	44
7. Caracterización del tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i>) y diseño de un prototipo de desamargador para la reducción de alcaloides Carhuallanqui Ávila, S., CCora Huamán, A., Vilcapoma Ureta, L., Casas Vásquez, J.	53
8. Calidad de la canal de trucha Arco Iris, (<i>Oncorhynchus mykiss</i>), comercializada en la ciudad de Huancayo Solís Rojas, J., Tello Saavedra, R.	61
9. Estrategia tecnológica en el desarrollo de la sustitución de carne de porcino por carne de cuy (<i>cavia porcellus</i>) en la elaboración de un embutido escaldado saludable (salchicha) Solís Rojas, J., Tello Saavedra, R., Porras Osorio, M.	66
10. Sistema integrado de gestión en laboratorios de enseñanza de la FAHA Zárate Malpica, A., Espinal Tufino, A., Estrella Espinoza I.	71
11. Conocimiento sobre higiene en la manipulación de alimentos en manipuladores de mercados de abasto del distrito de El Tambo, Huancayo, Junín Gutiérrez Gonzales, L., Balvín Calderón E., Álvarez Gomez, M., Chanco K.	77
12. Estado actual y tendencias en las exigencias de calidad e inocuidad alimentaria en la producción de quinua de la Asociación de Productores Heroínas Toledo – Orcotuna” Zárate Malpica, A., Carrasco Nuñez, Y., Arrieta Jerí, M.	85

Editorial

La pandemia causada por el coronavirus SARS-Cov-2 ha generado un gran impacto en la vida cotidiana de millones de personas alrededor del mundo, quebrantando el sistema sanitario de países con economías fuertes y arrasando los precarios servicios de salud en países en vías de desarrollo como el Perú. Dentro de los factores más importantes que ha sido afectada por la pandemia se encuentra la industria alimentaria. Si bien los reportes económicos establecen que los niveles de producción se mantuvieron e incluso en algunos casos aumentaron, el acceso a alimentos de calidad nutricional, en forma oportuna y en la cantidad necesaria se ha visto limitada con énfasis en zonas rurales y urbanas de bajos ingresos. Sin embargo, los trabajos de investigación en relación a la industria de alimentos ha proseguido.

Ante este panorama y siendo el Perú un territorio del cual se obtienen los denominados superalimentos (productos de alto valor nutricional), los artículos de esta publicación vinculan el conocimiento con la ingeniería, tecnología, calidad e inocuidad, fomentando el consumo, procesamiento o dejando base científica para futuras aplicaciones. La región Junín, en la zona central del Perú, posee diversos de estos productos, alimentos con características funcionales, que por características geográficas y ambientales crecen favorablemente en los andes peruanos, tal es el caso de: carne de cuy *Cavia porcellus*, trucha *Oncorhynchus mykiss*, papas *Solanum tuberosum* (tocosh), maca *Lepidium meyenii* Walp, alcachofa *Cynara scolymus* L., eucalipto *Eucalyptus globulus*, tarwi *Lupinus mutabilis* y quinua *Chenopodium quinoa*, alimentos que presentan proteínas de alto valor biológico, vitaminas, prebióticos, compuestos fenólicos y actividad antioxidante, que contribuyen en el tratamiento y la prevención de ECNT (Enfermedades Crónicas No Transmisibles). Por tanto, incentivar la producción primaria y la implementación de proyectos de transformación e investigación que generan valor agregado a nivel rural e industrial dando la estabilidad necesaria en almacenamiento, aumentando la vida útil y hacer factible la distribución sin mermar los componentes nutricionales de los productos manufacturados.

Por tercer año consecutivo la revista científica *Ciencia AgroAlimentaria* es presentada por El Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Los artículos son originales y están relacionados con productos de la región central del Perú, Junín. Estas investigaciones tocan temas de carácter: tecnológico, de ingeniería, medio ambiente, calidad, inocuidad e identificación de compuestos bioactivos.

El Editor

OPTIMIZACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE BRÁCTEAS DE ALCACHOFA CRIOLLA (*Cynara scolymus L.*) CON CO₂ SUPERCRÍTICO

OPTIMIZATION OF THE ANTIOXIDANT CAPACITY OF BRACETS OF CREOLE ARTICHOKE (*Cynara scolymus L.*) WITH SUPERCRITICAL CO₂

Edgar Rafael Acosta López^{a*}, Angélica Castro Garay^b

^a Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional del Centro del Perú.

^b Facultad Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Centro del Perú.

*Autor correspondiente: eacosta1981@uncp.edu.pe

RESUMEN

El objetivo fue evaluar la influencia de la presión, temperatura y flujo de co-solvente en la capacidad antioxidante de brácteas internas de alcachofa criolla con espinas (*Cynara scolymus L.*) con CO₂ supercrítico. Se utilizaron brácteas internas, las cuales se acondicionaron con un secado, molienda y tamizado. La extracción se realizó con un equipo CO₂ supercrítico. El método utilizado para medir la capacidad antioxidante fue el ABTS. Para obtener las condiciones óptimas en la extracción de compuestos antioxidantes se utilizó la Metodología de superficie de Respuesta (MSR) diseño central compuesto (DCC), se evaluaron tres variables de proceso con tres niveles y 3 puntos centrales (17 combinaciones): presión (300 bar, 320 bar y 340 bar), temperatura (40°C, 45°C y 50°C) y flujo de co-solvente de etanol (1,0 mL/min, 2,0 mL/min y 3,0 mL/min). La capacidad antioxidante se encuentra en el rango de 4,122 a 16,721 mg TE/g ms, los puntos centrales presentaron los valores más altos. A través de la regresión múltiple se obtuvo una ecuación polinomial de segundo grado la cual permitió predecir la optimización de las variables de extracción. Con el análisis de varianza (ANOVA), con una (p<0,05), la capacidad antioxidante fue influenciado significativamente por los factores lineales de presión y flujo de co-solvente; las interacciones (presión-temperatura), (presión-co-solvente), (temperatura-co-solvente) y los factores cuadráticos. Las variables óptimas de extracción fueron: presión 322,285 bar, temperatura 44,34 °C y flujo de co-solvente 2,077 mL/min, obteniendo una capacidad antioxidante maximizada por el método ABTS de 16,298 mg ET/g ms y una deseabilidad de 0,966.

Palabras clave: Brácteas internas, diseño central compuesto, capacidad antioxidante

ABSTRACT

The objective was to evaluate the influence of pressure, temperature and co-solvent flow on the antioxidant capacity of internal bracts of spiny creole artichoke (*Cynara scolymus L.*) with supercritical CO₂. Internal bracts were used, which were conditioned with drying, grinding and sieving. The extraction was carried out with a supercritical CO₂ equipment. The method used to measure the antioxidant capacity was the ABTS. To obtain the optimal conditions in the extraction of antioxidant compounds, the Response Surface Methodology (MSR) central compound design (DCC) was used, three process variables were evaluated with three levels and 3 central points (17 combinations): pressure (300 bar, 320 bar and 340 bar), temperature (40 °C, 45 °C and 50 °C) and ethanol co-solvent flow (1.0 mL / min, 2.0 mL / min and 3.0 mL / min). The antioxidant capacity is in the range of 4,122 to 16,721 mg TE / g ms, the central points presented the highest values. Through multiple regression, a second degree polynomial equation was obtained which allowed to predict the optimization of the extraction variables. With the analysis of variance (ANOVA), with a (p < 0.05), the antioxidant capacity was significantly influenced by the linear factors of pressure and flow of co-solvent; the interactions (pressure-temperature), (pressure-co-solvent), (temperature-co-solvent) and the quadratic factors. The optimal extraction variables were: pressure 322.285 bar, temperature 44.34 °C and co-solvent flow 2.077 mL / min, obtaining an antioxidant capacity maximized by the ABTS method of 16.298 mg ET / g ms and a desirability of 0.966

Keywords: Internal bracts, central compound pattern, antioxidant capacity

1. INTRODUCCIÓN

En el procesamiento industrial de la alcachofa (*Cynara scolymus*) los residuos sólidos constituyen el 80-85% de la biomasa vegetal total compuesto por tallos, partes externas de las flores, conocidas como brácteas (material que no es apto para el consumo humano y generalmente se desecha (Zuorro, 2014), Los residuos poseen componentes bioactivos, numerosos estudios han evidenciado las propiedades benéficas para la salud relacionadas con el poder antioxidante de sus compuestos fenólicos (Wang et al., 2003; Lattanzio, Kroon, Linsalata, & Cardinali, 2009)

Zuorro (2014) optimizo los parametros de extracción de polifenoles de residuos del procesamiento de la (*Cynara scolymus L.*) variedad globo en bracteas y tallos, la extracción realizo con solventes (etanol acuoso). Para la optimizacion utilizo el diseño compuesto central (DCC) con metodología de superficie de respuesta (MSR).

Fратиanni, Tucci, Palma, Pepe, & Nazzaro (2007) extrajeron fenoles por maceración del receptáculo, brácteas (internas, intermedias, externas) y hojas de cinco variedades de alcachofa, en la maceración utilizaron una mezcla de solventes acetona: etanol:metanol, el sobrenadante obtenido se volvió a macerar en acetato de etilo, al analizar el sobrenadante los resultados indican que la cantidad más baja de fenoles se encuentra en las hojas, brácteas intermedias y brácteas externas.

D'Antuono et al. (2018) el contenido de polifenoles en la alcachofa está influenciadas por varios factores: genotipos, procesos fisiológicos, partes de la alcachofa y la composición cualitativa de los fenoles se atribuye a los ácidos hidroxicinámicos y flavonoides.

Majeed et al. (2016) optimizaron la extracción de componentes antioxidantes de hojas de *Origenum vulgare* con la (MSR) y analizó la influencia de cuatro variables en el proceso de extracción, relación metanol/agua, relación soluto/disolvente, tiempo de extracción y tamaño de partículas, sobre el rendimiento de extractos antioxidantes.

Prakash Maran, Mekala, & Manikandan (2013) mencionan que existen evidencias científicas de optimización en la extracción de compuestos fenólicos de diferentes fuentes utilizando la (MSR).

Bilgin, Elhussein, Özyürek, Güçlü, & Şahin (2018) optimizaron la extracción de polifenoles de la *sideritis montana L.*, con la metodología de superficie (MSR) diseño central compuesto y evaluaron la influencia de la

concentración de solvente, cantidad de solvente, tiempo de extracción y velocidad de agitación en el contenido de polifenoles y actividad antioxidante de la extracción asistida por homogeneizador (HAE).

Míamoto et al. (2020) Investigaron la influencia de los métodos de extracción, grado etanólico y tiempo de extracción de compuestos fenólicos totales (TPC), flavonoides y potencial antioxidante de frutos inmaduros de dos tipos de *S. gilo*, Long Light Green (LLG) y Spherical Dark Green (SDG), utilizando la (MSR), para predecir el contenido de residuos secos y los bioactivos.

La (MSR) es una colección de métodos matemáticos y estadísticos que se utiliza ampliamente en la optimización de las condiciones de extracción en bioingeniería y procesamiento de alimentos (Zhang et al., 2018), los valores experimentales se ajustan a un modelo polinómico que describen el comportamiento, se expresa con una o varias respuestas afectadas por varias variables. La finalidad es optimizar las variables y maximizar o minimizar la respuesta (Bezerra et al., 2008), utilizada para analizar las relaciones entre la respuesta y las variables independientes, interpretar las variables lineales o en interacción. La metodología genera un modelo matemático y permite la visualización grafica de la variables (Bas & Boyaci, 2007)

La optimización de un proceso se realiza mediante métodos empíricos o estadísticos; el primero tiene limitaciones hacia la optimización completa. El enfoque tradicional de un factor a la vez para la optimización de procesos requiere de mucho tiempo, las interacciones entre varios factores pueden ignorarse, la posibilidad de acercarse a un valor óptimo es poco probable, el procedimiento de un factor a la vez supone que varios parámetros no interactúan, por lo que la respuesta del proceso es una función directa del único parámetro variado. Sin embargo, la respuesta real del proceso resulta de la influencia interactiva de varias variables. A diferencia de la optimización convencional, los procedimientos de optimización estadística permiten tener en cuenta la interacción de variables (Haaland, 1989) citado por (Liyana-Pathirana & Shahidi, 2005)

El objetivo del estudio fue Evaluar la influencia de la presión, temperatura y flujo co-solvente en la capacidad antioxidante por el método ABTS de brácteas internas de alcachofa criolla con espinas con CO₂ supercrítico.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación de harina de brácteas internas de alcachofa criolla: las brácteas internas fueron sometidas a un lavado, secado con aire caliente (50°C, velocidad de aire 1,2 ± 0,1 m/s), molienda, tamizado (partículas retenidas en la malla 40), envasado en bolsas oscuras y almacenamiento.

Extracción de compuestos antioxidantes con CO₂ supercrítico: Se realizó utilizando el rango de parámetros de extracción sugerido por (Acosta, 2020), se utilizó 15 g de harina de brácteas internas por tratamiento, la cual fue sometido a diferentes presiones, temperaturas y flujos de co-solvente de etanol, la extracción se realizó durante 1 hora.

Preparación del extracto antioxidante

Los extractos obtenidos, fueron centrifugados a 4000 rpm por 10 minutos, filtrado con papel whatman N°1, el sobrenadante se concentró al vacío, almacenado a (- 4°C) para el análisis correspondiente.

Capacidad antioxidante Método ABTS●+ (2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina-6- sulfonato de amonio)

Se utilizó el método adaptado por (Arnao, 2001), el radical cromógeno (ABTS●+). La absorbancia se midió a 734 nanómetros (nm) en un espectrofotómetro de luz visible. Los resultados se expresaron en mg Trolox equivalente (TE)/g materia seca (ms).

Análisis estadístico

Se utilizó la (MSR), diseño central compuesto (DCC), con 17 corridas experimentales y 3 replicas en el punto central. Las variables independientes fueron: presión de extracción (300 bar, 320 bar y 340 bar), temperatura de extracción (40°C, 45°C y 50°C), flujo de co-solvente de etanol 96° (1 mL/min, 2 mL/min y 3 mL/min). La respuesta para la combinación de las variables independientes fue la capacidad antioxidante por el método ABTS.

Tabla 1. Variables independientes y niveles utilizados para la extracción de compuestos antioxidantes

Variables	Unidad	Niveles		
		-1	0	1
Presión (x1)	bar	300	320	340
Temperatura (x2)	°C	40	45	50
Flujo de co-solvente (x3)	mL/min	1	2	3

La metodología permitió evaluar los efectos principales, las interacciones y los terminos cuadráticos de los parámetros de extracción. Los experimentos se aleatorizaron para disminuir la variabilidad debido a factores externos (Prakash Maran, Manikandan, et al., 2013). La relación de la respuesta con los parámetros de extracción se describe mediante una ecuación polinomial.

Se estableció un intervalo de confianza del 95% para probar el efecto significativo de los factores lineales y su interacción. La prueba estadística F se utilizó para evaluar el modelo de regresión. El porcentaje de variabilidad del parámetro de optimización se analizó mediante estadísticos de R cuadrado. Para la adecuación del modelo se utilizó gráficas de probabilidad normal de residuos y gráficas de residuos versus la respuesta prevista.

Para la optimización se utilizó el método de la función de deseabilidad (Derringer & Suich, 1980) citado por (De la Vara S., Roman y Domínguez D., 2002); el método depende de la respuesta si se desea maximizar o minimizar. Cada respuesta (Yi) se convierte en una función de deseabilidad (di) que es adimensional, su valores están entre 0 y 1, que representa la cercanía de una respuesta al valor ideal, se combinan para obtener un solo valor de deseabilidad (D). El análisis de datos se utilizó software estadístico Design expert v11.

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Las brácteas internas presentaron una humedad de 82,19% (± 0,217) valor experimental que se aproxima a lo reportado por (Acosta, 2020)

Capacidad antioxidante método ABTS de brácteas internas de alcachofa criolla extraído con CO₂ supercrítico

La tabla 2, muestra la capacidad antioxidante de brácteas internas de los diferentes tratamientos.

Tabla 2. Capacidad antioxidante Método ABTS de bracteas internas de alcachofa criolla

Orden	X ₁ Presión (bar)	X ₂ Temp. (°C)	X ₃ Co-solv mL/min	Y ABTS mg ET/g ms
1	300	45	2	8.657
2	320	45	2	16.281
3	320	45	3	13.401
4	340	50	1	4.215
5	300	40	3	4.122
6	340	40	1	8.518

7	320	40	2	14.574
8	340	50	3	8.339
9	320	50	2	14.313
10	300	40	1	4.983
11	320	45	1	12.971
12	320	45	2	16.721
13	300	50	1	4.578
14	340	40	3	8.442
15	300	50	3	5.542
16	320	45	2	16.578
17	340	45	2	11.290

La capacidad antioxidante en las bracteas internas de la alcachofa criolla por el método ABTS se encuentran en el rango de 4,122 a 16,721mg TE/g ms, los puntos centrales presentaron los valores mas altos, los cuales son inferiores a los reportados(Kollia et al., 2017; Gouveia & Castilho, 2012), la diferencia encontrada es por la variedad, partes de la alcachofa, método de extracción y tipo de solvente D'Antuono et al. (2018)

Adecuación del modelo

Las tablas 3 y 4, presentan la adecuación del modelo y el resumen de las estadísticas

Tabla 3. Suma de cuadrados del modelo secuencial [Tipo I]

Fuente	SC	g	CM	F-valor	p-valor
Media vs total	1771.23	1	1771.23		
Lineal vs media	20.13	3	6.71	0.2724	0.8442
2FI vs lineal	10.16	3	3.39	0.1092	0.9528
Cuadrático vs 2FI	308.20	3	102.73	379.05	< 0.0001
Cubico vs cuadrático	0.9920	4	0.2480	0.8219	0.5881
Residual	0.9052	3	0.3017		
Total	2111.62	7	124.21		

La capacidad antioxidante, se modelizaron con los modelos (lineal, interactivo, cuadrático y cúbico), se eligió el modelo cuadrático por presentar una alta significación estadística (Tabla 3).

Tabla 4. Estadísticas de resumen del modelo

Fuente	Desviación estándar	R ² Exp.	R ² Ajust.	R ² Previsto	SC error de predicción PRESS
Lineal	4.96	0.0591	0.1580	-0.6678	567.71
2FI	5.57	0.0890	0.4576	-5.2704	2134.39
Cuadrático	0.5206	0.9944	0.9873	0.9345	22.31
Cúbico	0.5493	0.9973	0.9858	-2.7497	1276.35

En la tabla 4, los coeficientes de determinación R² del modelo cuadrático son mayores a 0,9 que indica una buena correlación entre los valores experimentales y previstos. El R² previsto de 0,9345 está razonablemente de acuerdo con el R² ajustado de 0,9873; con una diferencia inferior a 0,2. La (PRESS), presento un valor bajo de 22,31; mide la desviación estándar de los valores ajustados y los experimentales

Coefficientes del modelo y análisis de varianza

En la tabla 5, se presenta los coeficientes del modelo y el ANOVA de la capacidad antioxidante

Tabla 5. Coeficientes del modelo y ANOVA de la capacidad antioxidante

	Coefficiente	SC	gl	CM	F-valor	p-valor	
Modelo		338,49	9	37,61	138,8	<0,0001	***
Intercepto	16.18						
X ₁	1.29	16,70	1	16,70	61.61	0.0001	**
X ₂	-0.3652	1,33	1	1,33	4.92	0.0620	ns
X ₃	0.4581	2,10	1	2,10	7.74	0.0272	*
X ₁ X ₂	-0.6776	3,67	1	3,67	13.55	0.0078	**
X ₁ X ₃	0.4931	1,95	1	1,95	7.18	0.0316	*
X ₂ X ₃	0.7531	4,54	1	4,54	16.74	0.0046	**
X ₁ ²	-5.94	94,69	1	94,69	349.4	<0.0001	***
X ₂ ²	-1.47	5,83	1	5,83	21.50	0.0024	**
X ₃ ²	-2.73	20,00	1	20,00	73.80	<0.0001	***
Residual		1,90	7	0,2710			
Falta de ajuste		1,80	5	0,3593	7,13	0,1275	ns
Error puro		0,01008	2	0,0504			
Total		340,39	16				

En la regresión y en el ANOVA, se observa que el modelo elegido presenta alta significación (p<0,001) (Maran et al., 2013).

La variable presión (X₁) y flujo de co-solvente (X₃) presentaron efectos positivos; altamente significativo (p<0,001) y significativo (p<0,05) respectivamente. La

interacción (X1X2) presento efecto negativo con una ($p < 0,001$), las interacciones (X1X3) y (X2X3) presentaron efectos positivos con ($p < 0,05$) y ($p < 0,001$) respectivamente; los terminos cuadraticos X_1^2 , X_2^2 y X_3^2 presentaron efectos negativos con una ($p < 0,001$).

El p-valor de la falta de ajuste residual para el modelo fue 0,1275 ($p > 0,05$) no es estadísticamente significativo que valida la elección del modelo.

El coeficiente de variabilidad (CV) del experimento fue de 5,10%, valor bajo que indica precisión y confiabilidad.

La precisión adecuada del modelo fue de 31,417 “valor que debe ser mayor a 4 para que el modelo sea aceptable” (Prakash Maran, Manikandan, Vigna Nivetha, & Dinesh, 2017).

En las figuras 1, 2 y 3 presenta los valores previstos, residuos y las superficies de respuesta de la capacidad antioxidante respectivamente

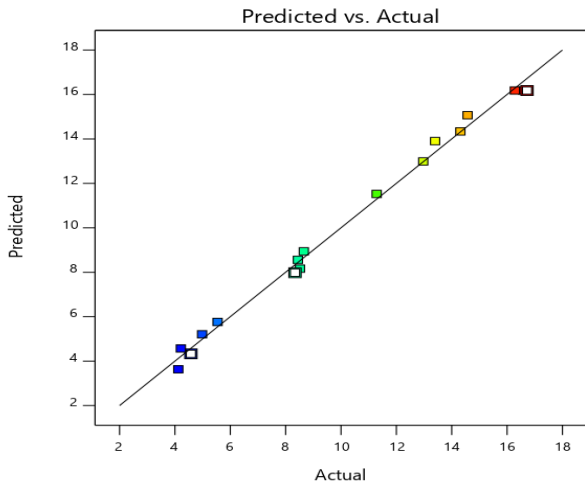


Figura 1. Valores previstos por el modelo versus los datos experimentales de la capacidad antioxidante ABTS de brácteas internas de alcachofa criolla

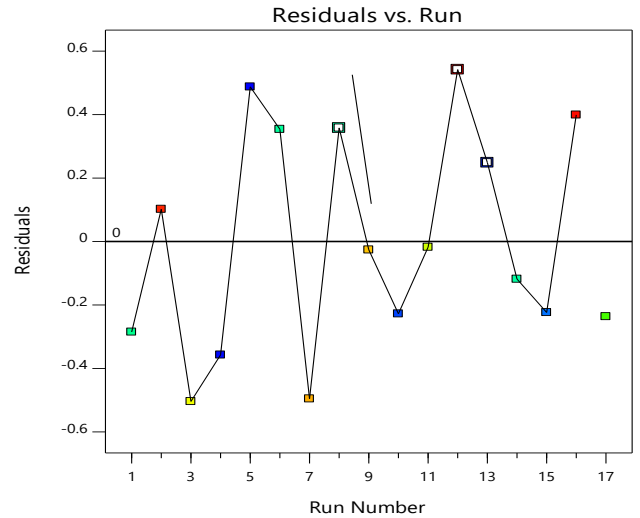
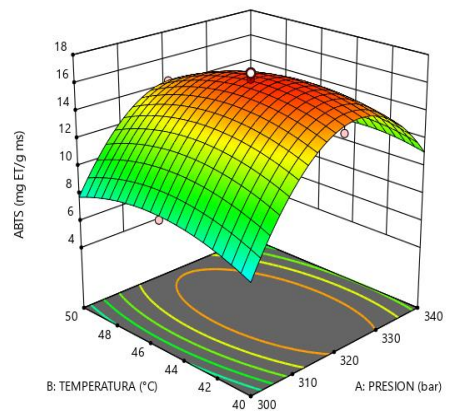


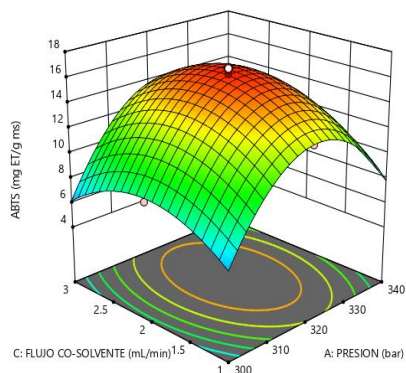
Figura 2. Residuos versus número de experimento de la capacidad antioxidante ABTS de brácteas internas de alcachofa criolla

En la figura 1, se observa una buena correlación los puntos se encuentran muy cercanos a la diagonal y la desviación entre los valores es mínima. La Figura 2, muestra la dispersión de los residuos en función al número aleatorio del experimento, la dispersion se encuentra alrededor del valor cero y dentro de la banda $\pm 0,6$. “Una pequeña diferencia entre el valor residual observado y el valor ajustado significa una predicción precisa” (Zuorro, 2014).

(a)



(b)



(c)

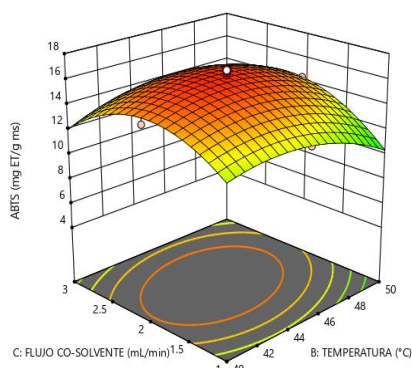
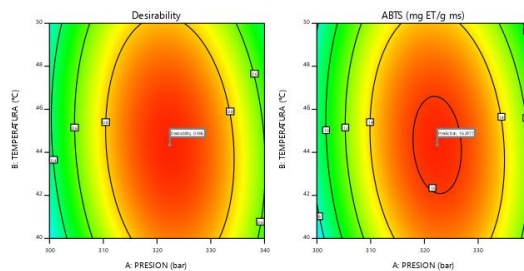


Figura 3. Superficie de respuesta de la capacidad antioxidante ABTS de brácteas internas de alcachofa criolla presión-temperatura (a); presión co-solvente (b) y temperatura-co-solvente (c)

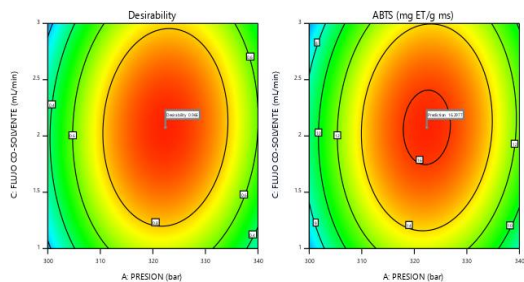
En La figura 3, se muestra los graficos de superficie de respuesta de los parametros de extracción, “se observa que la presión y el flujo de co-solvente tiene efectos positivos en la capacidad antioxidante hasta una presión y flujo de co-solvente máximo que se puede apreciar en la curvatura y desciende ligeramente al seguir aumentando la presión y el flujo de cosolvente. El rango de temperaturas utilizados en estudio, presento efecto negativo en la capacidad antioxidante aumentó ligeramente con la temperatura hasta el punto máximo de la curvatura y desciende ligeramente al aumentar la temperatura

En la figura 4, se presenta los graficos de optimizacion de las variables de extracción de los compuestos antioxidantes

(a)



(b)



(c)

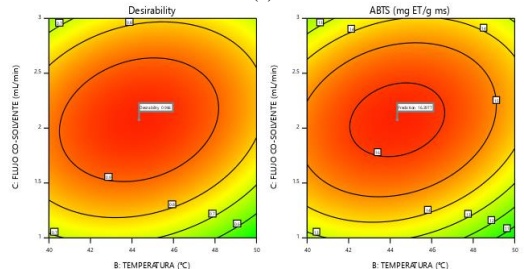


Figura 4. Graficos de optimizacion de la presión-temperatura (a), presión-co-solvente (b) y temperatura-co-solvente (c)

Los valores experimentales se ajustaron para correlacionar los parametros de extracción con la capacidad antioxidante ABTS mediante una función polinomial de segundo orden en terminos de codificación:

$$Y = 16,18 + 1,29x_1 - 0,3652x_2 + 0,4581x_3 - 5,94x_1^2 - 1,47x_2^2 - 2,73x_3^2 - 0,6776x_1x_2 + 0,4931x_1x_3 + 0,7531x_2x_3$$

Los parámetros óptimos para la capacidad antioxidante método ABTS, fueron: presión de 322,285 bar, temperatura 44,34 °C y flujo de co-solvente 2,077 mL/min, obteniendo una capacidad antioxidante máxima por ABTS 16,298 mg ET/g ms con una deseabilidad de 0,966.

La media de la capacidad antioxidante de los tratamientos que presentaron los valores experimentales

mas altos (T_2 , T_{12} y T_{16}) fue 16,527 mg ET/g ms ($N = 3$) valor que se aproxima al optimizado con el modelo.

4. CONCLUSIONES

Los variables de extracción lineales: presión y flujo de co-solvente presentaron efectos significativos, la temperatura no presento significacion estadística. Las interacciones (presión-temperatura), (temperatura- flujo de co-solvente), (presión- flujo de co-solvente) y los terminos cuadraticos presentaron efectos significativos en la capacidad antioxidante por el metodo ABTS de bracteas internas de alcachofa criolla.

Los valores experimentales de la capacidad antioxidante de bracteas internas son influenciados por los parametros de extracción, los cuales aumentan hasta un punto maximo y luego descienden.

La ecuación polinomial de segundo grado presento una alta correlación que permitio optimizar las variables de extracción: presión 322,285 bar, temperatura 44,34 °C y flujo de co-solvente 2,077 mL/min, obteniendo una capacidad antioxidante máxima por ABTS 16,298 mg ET/g ms.

5. RECOMENDACIONES

Investigar la influencia del tamaño de particula en la extracción de polifenoles y capacidad antioxidante de bracteas internas, intermedias y externas de la alcachofa criolla.

Mejorar el rendimiento de extracción con fluidos supercriticos utilizando otros co-solventes.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta L., E (2020). Efecto de la presión, temperatura y concentración de co-solvente en la extracción de polifenoles de brácteas de alcachofa (*Cynara scolymus L.*) con CO₂ supercrítico. Tesis Doctoral. Facultad Ing. Química, UNCP. Huancayo-Perú

Arnao, M. B. (2001). Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: A practical case. *Trends in Food Science and Technology*, 11(11), 419–421. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(01\)00027-9](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(01)00027-9)

Bas, D., & Boyaci, I. H. (2007). Modeling and optimization i: Usability of response surface methodology. *Journal of Food Engineering*, 78(3), 836–845. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.11.024>

Bezerra, M. A., Santelli, R. E., Oliveira, E. P., Villar, L. S., & Escaleira, L. A. (2008). Response surface

methodology (RSM) as a tool for optimization in analytical chemistry. *Talanta*, 76(5), 965–977. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2008.05.019>

Bilgin, M., Elhussein, E. A. A., Özyürek, M., Güçlü, K., & Şahin, S. (2018). Optimizing the extraction of polyphenols from *Sideritis montana L.* using response surface methodology. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 158, 137–143. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2018.05.039>

D'Antuono, I., Carola, A., Sena, L. M., Linsalata, V., Cardinali, A., Logrieco, A. F., ... Apone, F. (2018). Artichoke polyphenols produce skin anti-age effects by improving endothelial cell integrity and functionality. *Molecules*, 23(11). <https://doi.org/10.3390/molecules23112729>

De la Vara S., Roman y Domínguez D., J. (2002). *Métodos De Superficie Multirespuesta: Un Estudio Comparativo*. 9(1), 47–65. Retrieved from file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Documat-MetodosDeSuperficieMultirespuesta-7146089.pdf

Fратиани, F., Tucci, M., Palma, M. De, Pepe, R., & Nazzaro, F. (2007). Polyphenolic composition in different parts of some cultivars of globe artichoke (*Cynara cardunculus L. var. scolymus (L.) Fiori*). *Food Chemistry*, 104(3), 1282–1286. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.01.044>

Gouveia, S. C., & Castilho, P. C. (2012). Phenolic composition and antioxidant capacity of cultivated artichoke, Madeira cardoon and artichoke-based dietary supplements. *Food Research International*, 48(2), 712–724. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.05.029>

Kollia, E., Markaki, P., Zoumpoulakis, P., & Proestos, C. (2017). Antioxidant activity of *Cynara scolymus L.* and *Cynara cardunculus L.* extracts obtained by different extraction techniques. *Natural Product Research*, 31(10), 1163–1167. <https://doi.org/10.1080/14786419.2016.1219864>

Lattanzio, V., Kroon, P. A., Linsalata, V., & Cardinali, A. (2009). Globe artichoke: A functional food and source of nutraceutical ingredients. *Journal of Functional Foods*, 1(2), 131–144. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2009.01.002>

Liyana-Pathirana, C., & Shahidi, F. (2005). Optimization of extraction of phenolic compounds from wheat using response surface methodology. *Food Chemistry*, 93(1), 47–56. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.08.050>

- Majeed, M., Hussain, A. I., Chatha, S. A. S., Khosa, M. K. K., Kamal, G. M., Kamal, M. A., ... Liu, M. (2016). Optimization protocol for the extraction of antioxidant components from *Origanum vulgare* leaves using response surface methodology. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 23(3), 389–396. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2015.04.010>
- Miamoto, J. de B. M., Aazza, S., Ruas, N. R., Carvalho, A. A. de, Pinto, J. E. B. P., Resende, L. V., & Bertolucci, S. K. V. (2020). Optimization of the extraction of polyphenols and antioxidant capacities from two types of *Solanum gilo* Raddi using response surface methodology. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 16(October). <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2019.100238>
- Prakash Maran, J., Manikandan, S., & Mekala, V. (2013). Modeling and optimization of betalain extraction from *Opuntia ficus-indica* using Box-Behnken design with desirability function. *Industrial Crops and Products*, 49(May), 304–311. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.05.012>
- Prakash Maran, J., Manikandan, S., Vigna Nivetha, C., & Dinesh, R. (2017). Ultrasound assisted extraction of bioactive compounds from *Nephelium lappaceum* L. fruit peel using central composite face centered response surface design. *Arabian Journal of Chemistry*, 10, S1145–S1157. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2013.02.007>
- Prakash Maran, J., Mekala, V., & Manikandan, S. (2013). Modeling and optimization of ultrasound-assisted extraction of polysaccharide from *Cucurbita moschata*. *Carbohydrate Polymers*, 92(2), 2018–2026. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.11.086>
- Wang, M., Simon, J. E., Aviles, I. F., He, K., Zheng, Q. Y., & Tadmor, Y. (2003). Analysis of antioxidative phenolic compounds in artichoke (*Cynara scolymus* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(3), 601–608. <https://doi.org/10.1021/jf020792b>
- Zhang, H., Birch, J., Xie, C., Yang, H., Dias, G., Kong, L., & Bekhit, A. E. D. (2018). Optimization of extraction parameters of antioxidant activity of extracts from New Zealand and Chinese *Asparagus officinalis* L root cultivars. *Industrial Crops and Products*, 119(January), 191–200. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.03.066>
- Zuorro, A. (2014). Response surface methodology analysis of polyphenol recovery from artichoke waste. *American Journal of Applied Sciences*, 11(9), 1463–1471. <https://doi.org/10.3844/ajassp.2014.1463.1471>

EFFECTO DE LA POTENCIA DE EXTRACCIÓN ASISTIDA POR MICROONDAS DE LOS ALCALOIDES ESPARTEÍNA, LUPANINA, NUTTALINA Y 13AHIDROXILUPANINA DEL TARWI

EFFECT OF THE MICROWAVE-ASSISTED EXTRACTION POWER OF THE ALKALOIDS SPARTEINE, LUPANIN, NUTTALIN AND 13AHYDROXYLUPANIN FROM TARWI

Carlos Guillermo Seguil Mirones^{a*}, Enma Elea Egas Peña^b

^a Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional del Centro del Perú – Huancayo, Perú

^b Investigadora independiente

*Autor correspondiente: cseguil@uncp.edu.pe.

RESUMEN

El trabajo de investigación evaluó el efecto de las potencias de extracción: 200 W, 400 W y 600 W asistido por microondas de los alcaloides esparteína, lupanina, nuttalina y 13 α hidroxilupanina del tarwi. Las extracciones se realizaron con una solución acuosa de etanol al 80 %, tamaño de partícula 0,149 mm < ϕ < 0,177 mm y por 5 minutos. Se aplicó el diseño completamente al azar (DCA) con un nivel de significancia del 5 %. Para la identificación y cuantificación de alcaloides de quinolizidina se realizó cromatografía de gases con espectrometría de masas (GC – MS). El tarwi tiene inicialmente 112,02 \pm 5,53 mg de esparteína / 100 g de harina; 764,14 \pm 31,81 mg de lupanina / 100 g de harina; 156,38 \pm 11,39 mg de nuttalina / 100 g de harina y 213,83 \pm 12,65 mg de 13 α hidroxilupanina / 100 g de harina. Los resultados muestran que existen diferencias significativas entre las potencias de extracción conforme la potencia se incrementa el nivel de extracción de los alcaloides totales aumenta, para 600 W se obtuvo 0; 7,41; 1,92 y 0 mg de esparteína, lupanina, nuttalina y 13 α hidroxilupanina mg de alcaloides residuales / 100 g de torta de tarwi, significativamente diferente según Tukey al 5 % para el caso de lupanina y 13 α hidroxilupanina y no hay diferencia significativa en la extracción de la esparteína y nuttalina para las potencias de 400 y 600 W.

Frases claves: Alcaloides quinolizidínicos, extracción asistida por microondas, potencia de extracción

ABSTRACT

The research work evaluated the effect of the extraction powers: 200 W, 400 W and 600 W assisted by microwaves of the alkaloids sparteine, lupanin, nuttalin and 13 α hydroxylupanin from tarwi. The extractions were carried out with an aqueous solution of ethanol at 80 %, particle size 0.149 mm < ϕ < 0.177 mm and for 5 minutes. The completely randomized design (DCA) was applied with a significance level of 5 %. For the identification and quantification of quinolizidine alkaloids, gas chromatography with mass spectrometry (GC-MS) was performed. Tarwi has 112.02 \pm 5.53 mg of sparteine / 100 g of flour, 764.14 \pm 31.81 mg of lupanin / 100 g of flour, 156.38 \pm 11.39 mg of nuttalin / 100 g of flour and 213.83 \pm 12.65 mg of 13 α hydroxylupanin / 100 g of flour. The results show that there are significant differences between the extraction powers as the power increases the extraction level of the total alkaloids increases, for 600 W was obtained 0, 7.41, 1.92 and 0 mg of sparteine, lupanin, nuttalin and 13 α hydroxylupanin mg of residual alkaloids / 100 g of tarwi cake, significantly different according to Tukey at 5% for the case of lupanin and 13 α hydroxylupanin and there is no significant difference in the extraction of sparteine and nuttalin for the powers of 400 and 600 W.

Key phrases: Quinolizidine alkaloids, microwave-assisted extraction, extraction power.

1. INTRODUCCIÓN

La humanidad ha tenido la preocupación de extraer los componentes que se encuentran en las matrices naturales, por lo que se ha recurrido a diferentes métodos tradicionales como la digestión, la lixiviación, percolación, etc. Para el siglo XX, estas técnicas han sido reemplazadas por otras conocidas como amigables con el ambiente, incrementando la eficiencia, selectividad y reducción de costos entre ellas tenemos: extracción asistida por microondas, por ultrasonido, dióxido de carbono supercrítico, agua supercrítica, etc. (Khoddami *et al.*, 2013), el fundamento de la extracción está relacionada con la transferencia selectiva del bioactivo a través del solvente orgánico que debe ser compatible con el bioactivo en términos de solubilidad, lo que no permitirá la extracción de otros componentes que no son de interés (Angurel *et al.*, s.f.).

En la extracción asistida por microondas (EAM), se calienta el solvente (extractor) que se encuentra en contacto con la muestra, esto se da por la capacidad de un campo eléctrico para polarizar las cargas en el solvente y la incapacidad para alinearse a las inversiones del campo eléctrico (Míngos y Baghurst, 1991), los solventes más utilizados para la extracción de bioactivos son: agua, etanol, acetona, metanol, isopropanol y acetonitrilo (Khoddami *et al.*, 2013). La EAM utiliza la capacidad de algunos líquidos y sólidos para transformar la energía electromagnética en calor, lo que lleva a un calentamiento efectivo que puede incrementar la velocidad de reacción o extracción en condiciones hidrotermales y, en ocasiones, mejorar la selectividad de los compuestos objetivo. El principio de calentamiento se da por conducción iónica y rotación de dipolo que genera un efecto directo de las microondas en las moléculas. Estos dos mecanismos tienen lugar simultáneamente. Al aplicar un campo magnético genera la migración electroforética de iones produciéndose la conducción iónica. La solución genera resistencia a este flujo de iones, produciéndose la fricción y, por lo tanto, el aumento de temperatura de la solución. La rotación del dipolo significa la realineación de los dipolos con el campo aplicado. A 2 450 MHz, que es la frecuencia utilizada en los sistemas comerciales, los dipolos se alinean y aleatorizan $4,9 \times 10^9$ veces por segundo, y este movimiento molecular forzado resulta en calentamiento (Quitain *et al.*, 2017). Este fenómeno de calentamiento como consecuencia a la rotación del dipolo y la conducción producida por los iones que pueden estar presentes en el solvente y soluto, son los responsables del aumento del rendimiento de extracción asistida por microondas (EAM) (Lovrić *et al.*, 2017), por una mayor

extracción de los biocomponentes, debido a un incremento del ingreso del solvente en la matriz, generado por la ruptura de los enlaces de hidrógeno y permitiendo la disolución de los componentes (Zhu *et al.*, 2006; Jain *et al.*, 2009; Routray y Orsat, 2011). Las ventajas que presenta este tipo de extracción si se compara con otros métodos convencionales, no depende de la conductividad térmica del material del recipiente, obteniéndose un calentamiento instantáneo y localizado (Strauss, 2002; Aradilla *et al.*, 2009), como consecuencia se logra tiempos cortos de extracción, altos rendimientos, poco uso de reactivos y manipulación mínima de la muestra (Elez *et al.*, 2013).

Los alcaloides se localizan en los tejidos periféricos en los diferentes órganos de la planta, es decir las capas externas de los frutos, semillas, raíces, epidermis de las hojas y corteza del tallo; debido al sabor astringente y amargo, los alcaloides cumplen diferentes funciones en la planta, la más importante posiblemente sea la de protección del ataque de microorganismos e insectos (Lara, 1999).

El tarwi es una leguminosa, que se utiliza para la alimentación humana y animal, en América del Sur la especie *Lupinus mutabilis* contiene nutrientes en cantidad interesante; alto contenido en grasa hasta 25 % en las semillas (Torres-Tello, 1976), aceite comestible que podría extraerse; proteínas alrededor de 41 % muy semejante a la soya entre otros componentes nutritivos (Baer *et al.*, 1979); sin embargo la semilla almacena un alto contenido de alcaloides quinolizidínicos tóxicos, entre 3 a 5 % dependiendo del origen, que es necesario extraerlo, para aprovechar estas semillas (Hatzold *et al.*, 1983).

El objetivo general fue: Evaluar el efecto de la potencia de extracción asistida por microondas, en la cantidad residual de alcaloides de la semilla de tarwi y los objetivos específicos: Determinar la influencia de la potencia de extracción de alcaloides asistida por microondas, en la cantidad residual de esparteína de la semilla de tarwi. Relacionar la potencia en la extracción de alcaloides asistida por microondas, en la cantidad residual de lupanina de la semilla de tarwi. Establecer la relación de la potencia extracción de alcaloides asistida por microondas, en la cantidad residual de nuttalina de la semilla de tarwi. Verificar el resultado que existe entre la potencia de extracción de alcaloides asistida por microondas, en la cantidad residual de 13 α -hidroxilupanina de la semilla de tarwi.

La investigación, permitirá aportar al conocimiento científico sobre la eficiencia de la extracción asistida por

microondas de esparteína, lupanina, nuttalina y 13 α hidroxilupanina.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de ejecución

El trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de química de alimentos de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

Materia prima

Se utilizó tarwi (*Lupinus mutabilis*) sembrado y cosechado en la provincia de Jauja, distrito de Acolla, cosecha 2018.

a. Preparación de la muestra, las semillas de tarwi se sometieron a un secado hasta una humedad de 10 % en un secador de cabina a una temperatura de 50 °C, luego se realizó la reducción de tamaño de con un molino, para finalmente pasar por los tamices con la finalidad de obtener los tamaños de partícula requeridos ($0,149 \text{ mm} < \phi < 0,177 \text{ mm}$), siguiendo la metodología propuesta por (Xiong et al., 2016).

b. Extracción asistida por microondas, se pesaron 1,5 g de las partículas de semillas de tarwi, se colocaron en cada vial de extracción del microondas, agregando posteriormente 20 mL de etanol al 80 % (v/v), para ser colocadas en el rotor y éste en la cámara de extracción del microondas, a las diferentes potencias (200 W, 400 W y 600 W) y tiempo de extracción (5 minutos), se realizaron tres ciclos para cada una de las interacciones (Xiong et al., 2016).

c. Identificación y cuantificación de alcaloides de quinolizidina, por el método de cromatografía de gases con espectrometría de masas (GC – MS), realizado en el laboratorio de cromatografía y espectrometría de la

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, para lo cual se pesó 0,5 g de la muestra (harina de tarwi y tortas después de las extracciones), se añadió 8 mL de HCl J.T Baker 0,1N, se homogenizó

Material y equipos

Sistema extractor por microondas ETHOS UP, potencia de microondas 2 x 950 W, frecuencia de microondas 2,45 GHz a 12,25 cm, con rotor FASTEX de 24 viales de vidrio descartables de 100 mL. Secador de cabina por convección de aire caliente. Destilador de agua. Materiales de vidrio. Micropipetas (50 – 100 μ L), (500 – 1 000 μ L). Tamizador MS TYLER con tamices (mallas: 100 y 80).

Métodos analíticos

en vortex VW por 5 minutos; se filtró, se añadió 0,8 mL de NaOH J.T. Baker 10 M; se extrajo los alcaloides con 5 mL de CH₂Cl₂ J.T. Baker, se añadió Na₂SO₄ Merck, se filtró y concentró a presión reducida IKA RV 10 hasta sequedad; luego se redisuelve con 1 mL de MeOH J.T. Baker; se filtra con filtro Millex-HV 0,45 μ m Merck Milipore a un vial Agilent de 2 mL y finalmente se analizó por GC –MS Agilent 6890, método propuesto por (Romeo et al., 2018; Boschín et al., 2008).

Técnicas y procesamiento de datos, se utilizó el diseño completamente al azar con tres potencias como tratamientos en la extracción d alcaloides de quinolizidina asistida por microondas, con nivel de significancia de 0,05. Se utilizó el paquete estadístico Minitab 17.

3. RESULTADOS

Contenido de alcaloides de quinolizidina en las semillas tarwi

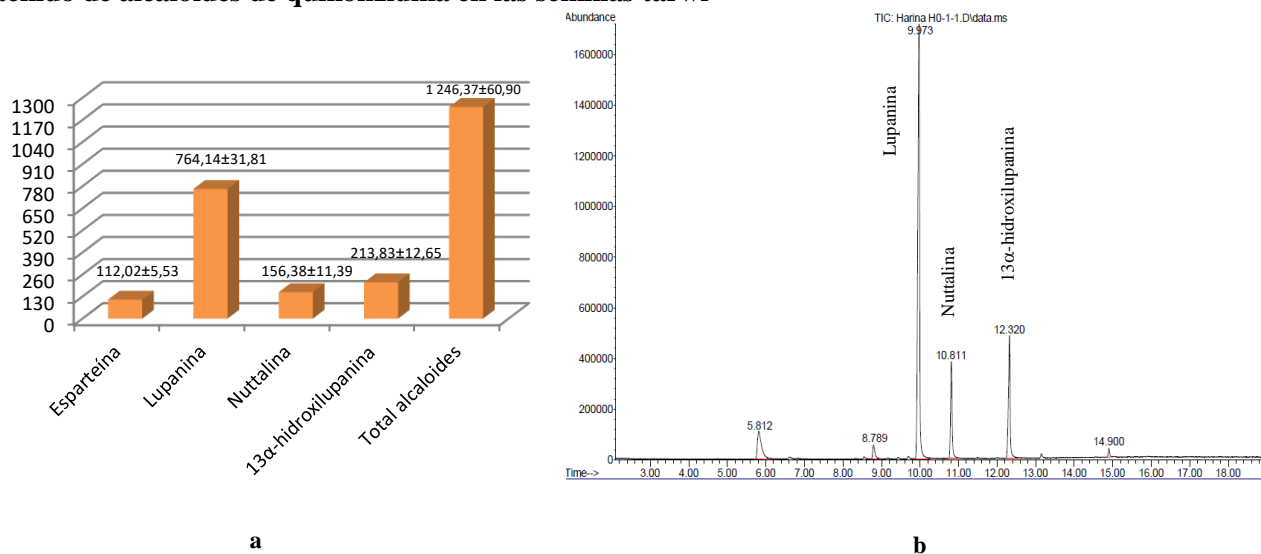


Figura 1. Alcaloides de quinolizidina presente en las semillas de tarwi (a) cantidad expresada en mg de alcaloides / 100 gramos de harina (b) perfil cromatográfico de alcaloides

Resultados del efecto de la extracción asistida a potencias de 200 W, 400 W y 600 W en los alcaloides de quinolizidina residuales.

Los resultados indican que existen diferencias significativas en la extracción de las diferentes fracciones de los alcaloides de quinolizidina presentes en el tarwi

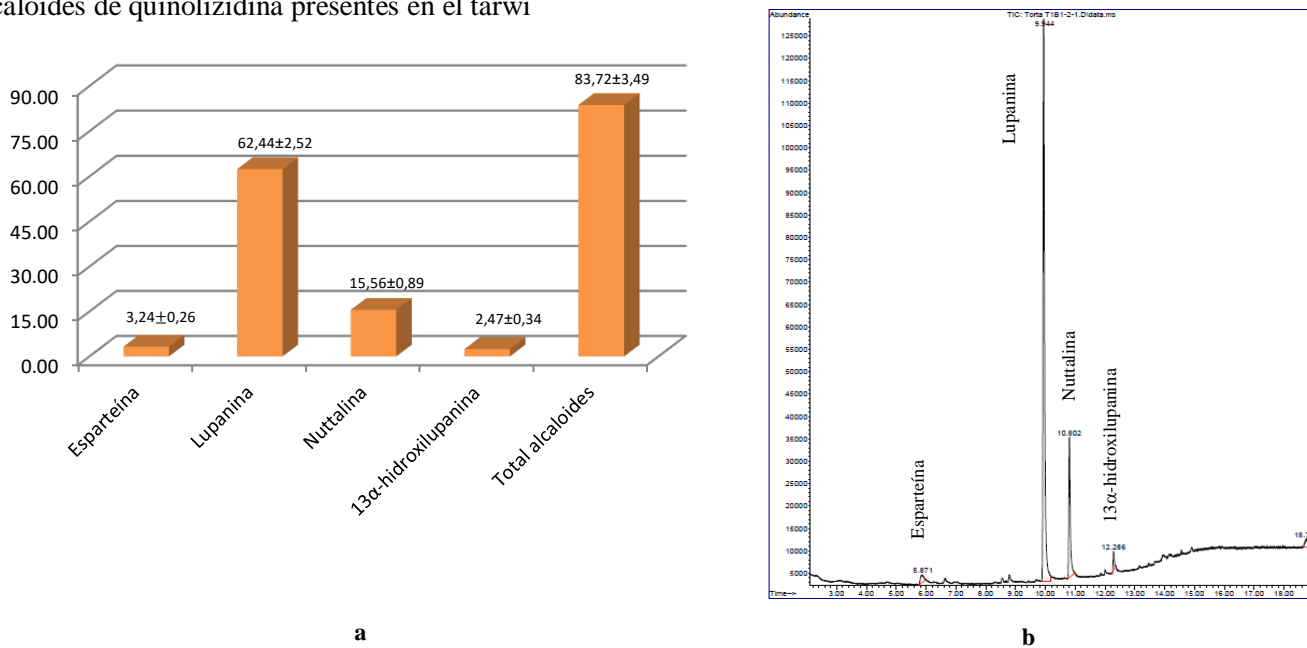
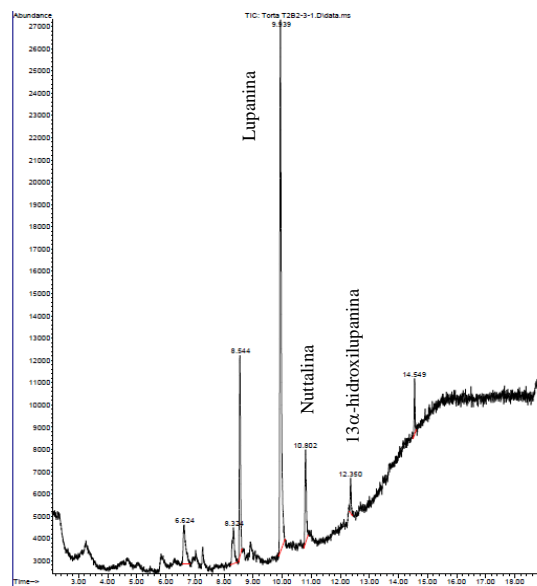
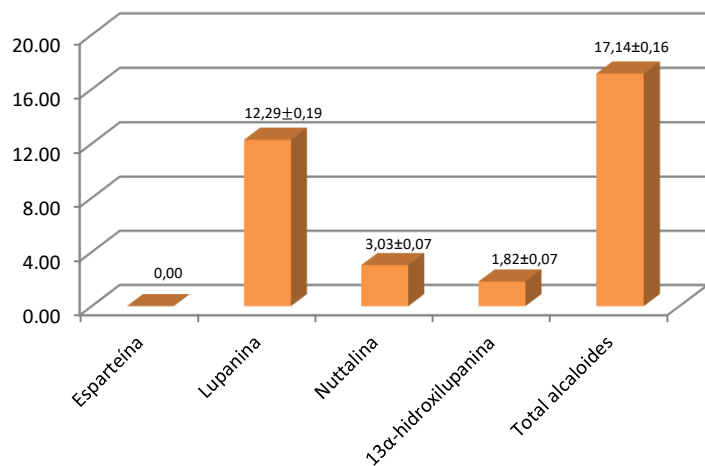


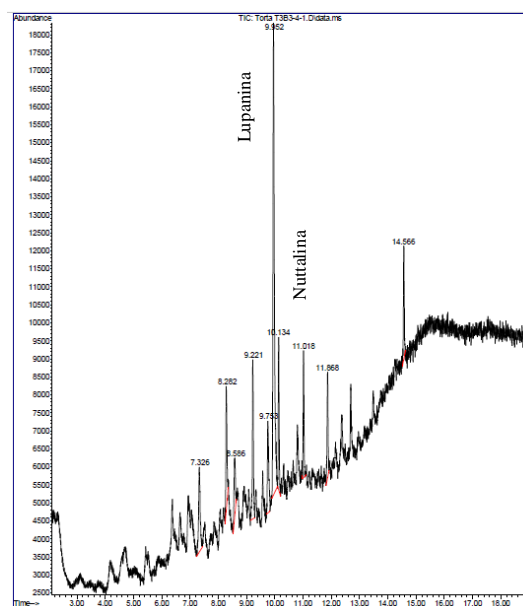
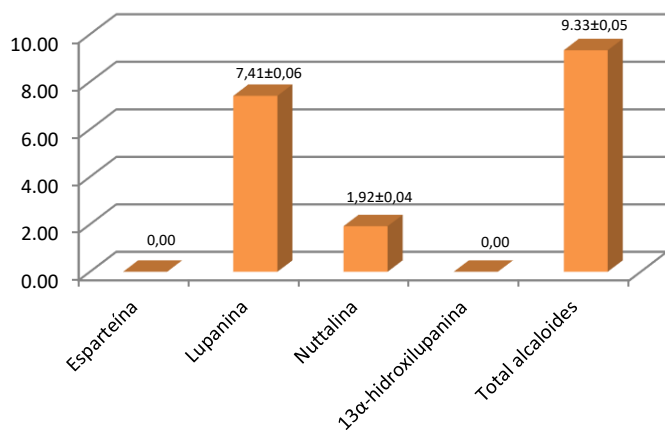
Figura 2. Alcaloides de quinolizidina residuales en la torta tarwi, después de la extracción a 200 W (a) cantidad expresada en mg de alcaloides / 100 gramos (b) perfil cromatográfico de alcaloides



a

b

Figura 3. Alcaloides de quinolizidina residuales en la torta tarwi, después de la extracción a 400 W (a) cantidad expresada en mg de alcaloides / 100 gramos (b) perfil cromatográfico de alcaloides



a

b

Figura 4. Alcaloides de quinolizidina residuales en la torta tarwi, después de la extracción a 600 W (a) cantidad expresada en mg de alcaloides / 100 gramos (b) perfil cromatográfico de alcaloides

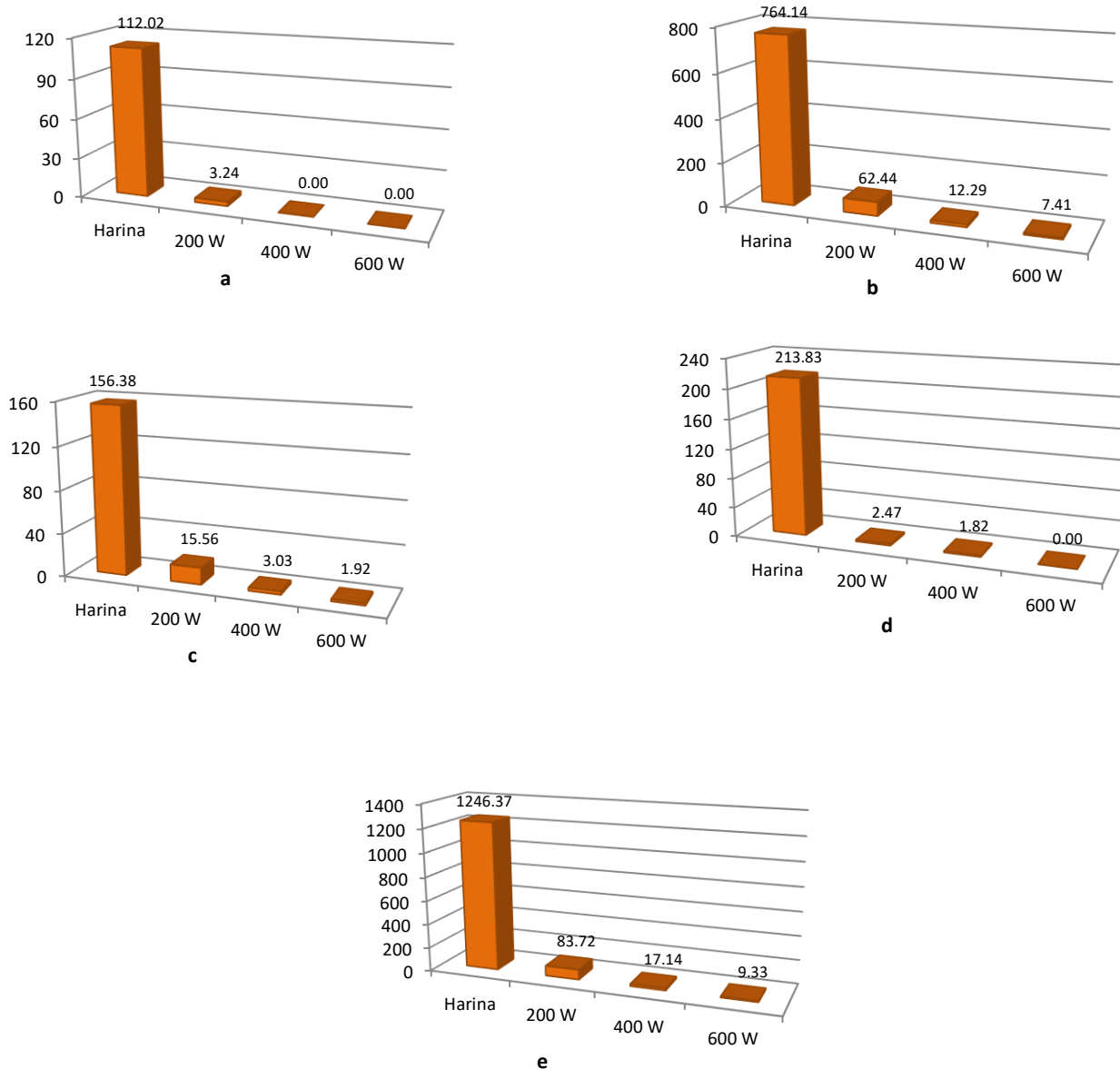


Figura 5. Alcaloides de quinolizidina residuales en la torta tarwi, expresada en mg de alcaloides / 100 gramos (a) esparteína (b) lupanina (c) nutalina (d) 13 α -hidroxilupanina (e) Alcaloides totales.

b.1 Efecto en la extracción de esparteína

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Bloques (repetición)	2	0.0448	0.0224	1.00	0.444
Tratamiento (potencia)	2	21.0384	10.5192	469.37	0.000
Error	4	0.0896	0.0224		
Total	8	21.1729			

Prueba de significancia de Tukey

Factor	N	Mean	Grouping
b1 (200w)	3	3.243	A
b3 (600w)	3	0.000000	B
b2 (400w)	3	0.000000	B

b.2 Efecto en la extracción de lupanina

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Bloques (repetición)	2	4.73	2.36	1.18	0.396
Tratamiento (potencia)	2	5568.14	2784.07	1387.92	0.000
Error	4	8.02	2.01		
Total	8	5580.89			

Prueba de significancia de Tukey

Factor	N	Mean	Grouping
b1 (200w)	3	62.44	A
b2 (400w)	3	12.287	B
b3 (600w)	3	7.4100	C

b.3 Efecto en la extracción de nutalina

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Bloques (repetición)	2	0.461	0.230	0.80	0.511
Tratamiento (potencia)	2	344.381	172.190	595.59	0.000
Error	4	1.156	0.289		
Total	8	345.998			

Prueba de significancia de Tukey

Factor	N	Mean	Grouping
b1 (200w)	3	15.563	A
b2 (400w)	3	3.0333	B
b3 (600w)	3	1.9200	B

b.4 Efecto en la extracción de 13 α -hidroxilupanina

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Bloques (repetición)	2	0.0667	0.03334	0.76	0.525
Tratamiento (potencia)	2	9.8150	4.90751	111.93	0.000
Error	4	0.1754	0.04384		
Total	8	10.0571			

Prueba de significancia de Tukey

Factor	N	Mean	Grouping
b1 (200w)	3	2.467	A
b2 (400w)	3	1.8200	B
b3 (600w)	3	0.000000	C

b.5 Efecto en la extracción del total de alcaloides

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Bloques (repetición)	2	8.8	4.40	1.12	0.411
Tratamiento (potencia)	2	10026.8	5013.41	1277.40	0.000
Error	4	15.7	3.92		
Total	8	10051.3			

Prueba de significancia de Tukey

Factor	N	Mean	Grouping
b1 (200w)	3	83.72	A
b2 (400w)	3	17.1400	B
b3 (600w)	3	9.3300	C

4. DISCUSIONES

Contenido de alcaloides de quinolizidina en las semillas tarwi

Los tipos y cantidades de alcaloides de quinolizidina encontrados en los granos de tarwi, expresan el perfil de estos en el *Lupinus mutabilis* Sweet, que se caracteriza por una mayor cantidad de lupanina (61,3 %), siendo este alcaloide el más representativo, seguido de la 13 α -hidroxilupanina (17,2 %), la nuttalina (12,5 %) y esparteína (9,0 %), estos resultados son parecidos con lo encontrado por Wink *et al.* (1995), quienes encontraron para el *Lupinus mutabilis*, lupanina 46 %, 13 α -hidroxilupanina 7 % y esparteína 16 %, por su parte Muzquiz *et al.* (1994), manifiestan que la lupanina y la lupinina son los alcaloides mayoritarios de la especie *Lupinus mutabilis*; hablando de la familia *Lupinus*, autores como Boschini *et al.* (2008), manifiestan que el alcaloide mayoritario es la lupanina, corroborado por Annicchiarico *et al.* (2014), también por Romeo *et al.* (2018).

Efecto de las potencias de extracción asistida por microondas en los alcaloides de quinolizidina residuales.

Los resultados son consistentes para todas las fracciones de los alcaloides de quinolizidina existentes en el tarwi, conforme se incrementa la potencia se logra una mayor extracción de estos, estas diferencias son significativas, para el caso de la lupanina, 13 α -hidroxilupanina y alcaloides totales se da para los tres niveles (200 W, 400 W y 600 W), para la esparteína y nuttalina a los dos niveles más altos (400 W y 600 W) son diferentes significativamente con el menor (200W), para el caso de la esparteína se logra la completa eliminación a las dos potencias más altas y la 13 α -hidroxilupanina se elimina completamente a 600 W, la potencia óptima será aquella energía suficiente para dañar la célula vegetal y permitir la liberación del alcaloide; estos resultados son coherentes con lo determinado por Ma *et al.* (2010) quienes indican que el efecto del poder de la irradiación influye en las interacciones y las tasas de equilibrio y controla la partición de analitos entre la muestra y la fase de extracción, lograron evidenciar un rango de potencias con una mayor extracción de tres alcaloides N-nornuciferina, O-nornuciferina, y nuciferina de la hoja de loto, probaron 120, 280, 460, 600 y 700 W, respectivamente, a pesar de no encontrar diferencias significativas entre ellas, hubo una tendencia a una mayor extracción a una potencia de

280 W; esto pone en evidencia que las diferencias se deben al tipo de alcaloide a extraer y que los rangos cambiaron en función a ello. Al respecto Veggi *et al.* (2012) indican que la potencia y la temperatura están directamente relacionadas, por lo que una mayor potencia eleva la temperatura en el sistema y aumenta el rendimiento de extracción hasta un punto en que este incremento se hace insignificante.

5. CONCLUSIÓN

La potencia de 600 W en la extracción de alcaloides de quinolizidina asistida por microondas, fue la que logró la mayor extracción con los valores residuales siguientes: esparteína 0,00; lupanina 7,41; nuttalina 1,92 y 13 α -hidroxilupanina 0,00 mg / 100 g de harina de tarwi.

Contribución de los autores: Autor 1 planeamiento y desarrollo de la investigación y redacción del artículo científico. Autor 2 redacción del artículo científico.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Agradecimiento

Los autores agradecen el apoyo financiero para la ejecución del proyecto: **Tecnologías verdes: Mejoramiento del desamargado de tarwi (*Lupinus mutabilis*) asistido por radiación de microondas y extracción con CO₂ – supercrítico de triglicéridos y fitoesteroles y uso de quinolizidinas como bioinsecticidas de quinua**, a través del canon minero que la Universidad Nacional del Centro del Perú asigno como proyecto ganador del concurso 2017 – UNCP.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angurel I., Casamitjana N., Caubet A., Dinares I., Llor N., Muñoz-Torrero D., Velasco D. (s.f.). *Operaciones básicas en el laboratorio de química*. Universat de Barcelona.
- Annicchiarico P., Manunza P., Arnoldi A. y Boschini G. (2014). Quality of *Lupinus albus* L. (white lupin) seed: extent of genotypic and environmental effects. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62 (28), 6539–6545. doi: 10.1021 / jf405615k
- Aradilla Z. D., Oliver P. R., Estrany C. F. (2009). La química de la radiación de microondas. *Técnica Industrial* 284.
- Baer D., Reimerdes E. H. & Feldheim W. (1979). Methoden zur Bestimmung der Chinolizidinalkaloide in *Lupinus mutabilis*.

- Zeitschrift Für *Lebensmittel-Untersuchung Und -Forschung*, 169(1), 27–31. doi:10.1007/bf01353410
- Boschin G., Annicchiarico P., Resta D., D'Agostina A., y Arnoldi A. (2008). Quinolizidine alkaloids in seeds of lupin genotypes of different origins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (10), 3657–3663. doi: 10.1021 / jf7037218
- Elez G. I., Dragović-Uzelac V., Režek J. A., y Jukić, M. (2013). The effect of microwave assisted extraction on the isolation of anthocyanins and phenolic acids from sour cherry Marasca (*Prunus cerasus* var. Marasca). *Journal of Food Engineering*, (117) 4: 437–442. doi: 10.1016 / j. jfoodeng.2012.12.043
- Hatzold T., Elmadfa I., Gross R., Wink M., Hartmann T. y Witte L. (1983). Quinolizidine alkaloids in sedes of *Lupinus mutabilis*. *J. Agric. Food Chem.* (31) 5: 934-938. doi: 10.1021 / jf00119a003
- Jain T., Jain V., Pandey R., Vyas A., Shukla S.S. (2009) Microwave assisted extraction for phytoconstituents – an overview. *Asian J. Research Chem.* 2009; 2(1):19–25.
- Khoddami A., Wilkes M., y Roberts T. (2013). Techniques for analysis of plant phenolic compounds. *Molecules*, 18 (2), 2328–2375. doi: 10.3390 / molecules18022328
- Lara K. (1999). *Estudio de alternativas para el desamargado de chocho (Lupinus mutabilis Sweet)*. Tesis de doctorado en química. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Ecuador.
- Lovrić V., Putnik P., Bursać K. D., Jukić M., ..., Dragović-Uzelac V. (2017). Effect of microwave-assisted extraction on the phenolic compounds and antioxidant capacity of blackthorn flowers. *Food Technol. Biotechnol.*, (55) 2: 243-250. doi: 10.17113 / ftb.55.02.17.4687
- Ma W., Lu Y., Hu R., Chen J., Zhang Z. y Pan Y. (2010). Application of ionic liquids based microwave-assisted extraction of three alkaloids N-nornuciferine, O-nornuciferine, and nuciferine from lotus leaf. *Talanta*, 80 (3), 1292-1297. doi: 10.1016 / j.talanta.2009.09.027
- Mingos D. M. P., & Baghurst D. R. (1991). Tilden lecture. Applications of microwave dielectric heating effects to synthetic problems in chemistry. *Chemical Society Reviews*, 20(1), 1. doi:10.1039/cs9912000001
- Muzquiz M., De la Cuadra C., Cuadrado C., Burbano C. y Calvo R. (1994). Herbicide-like effect of *Lupinus* alkaloids. *Industrial Crops and Products*, 2 (4), 273–280. doi: 10.1016 / 0926-6690 (94) 90118-x
- Quitain A.T., Ozturk B., Mission E. G. y Sasaki M. (2017). Microwave-assisted pressurized hot water Extraction of Alkaloids. *Water Extraction of Bioactive Compounds – from Plants to Drug Development*, Chapter 10. Editores: Herminia Dominguez González y María Jesús González Muñoz 269–289. doi: 10.1016 / b978-0-12-809380-1.00010-3
- Romeo F., Fabroni S., Ballistreri G., Muccilli S., Spina A. y Rapisarda P. (2018). Characterization and antimicrobial activity of alkaloid extracts from seeds of different genotypes of *Lupinus* spp. *Sustainability*, 10 (3), 788. doi: 10.3390 / su10030788
- Routray W. y Orsat V. (2011). Microwave-assisted extraction of flavonoids: A review. *Food Bioprocess Technology*, 5 (2), 409–424. doi: 10.1007 / s11947-011-0573-z
- Strauss C.R. (2002). Applications of microwaves for environmentally benign organic chemistry Chapter 17. *Handbook of green chemistry and technology*. Edited by James Clark, Duncan Macquarrie.
- Torres-Tello F. (1976). *Lupinus mutabilis* Sweet -a potent food source from the Andean region. *Journal of Clinical Nutrition* 29:933.
- Veggi P. C., Martinez J., & Meireles M. A. A. (2012). Fundamentals of microwave extraction in *Microwave assisted extraction for bioactive compounds*, 15–52. doi: 10.1007 / 978-1-4614-4830-3_2
- Wink M., Meißner C. y Witte L. (1995). Patterns of quinolizidine alkaloids in 56 species of the genus *Lupinus*. *Phytochemistry*, 38 (1), 139-153. doi: 10.1016 / 0031-9422 (95) 91890-d
- Xiong W., Chen X., Lv G., Hu D., Zhao J. y Li S. (2016). Optimization of microwave-assisted extraction of bioactive alkaloids from lotus plumule using response surface methodology. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 6 (6), 382–388. doi: 10.1016 / j.jpha.2016.05.007
- Zhu X., Su Q., Cai J. y Yang J. (2006). Optimization of microwave-assisted solvent extraction for volatile organic acids in tobacco and its comparison with conventional extraction methods. *Analytica Chimica Acta*, 579 (1), 88–94. doi: 10.1016 / j.aca.2006.07.005

CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE ACEITE ESENCIAL DE HOJAS DE EUCALIPTO (*Eucalyptus globulus*) EXTRAÍDO POR ENERGÍA ULTRASÓNICA

ANTIOXIDANT CAPACITY OF ESSENTIAL OIL FROM EUCALYPTUS LEAVES (*Eucalyptus globulus*) EXTRACTED BY ULTRASONIC ENERGY

Miguel Angel Quispe Solano^{a*}, Denis Dante Corilla Flores^b, Roberto Asto Hinojosa^c, Alex Huaman De la Cruz^d,
Galia Mavel Manyari Cervantes^d

^a Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional del Centro del Perú

^b Departamento Académico de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Huancavelica

^c Universidad Nacional del Centro del Perú

^d Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa

^e Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma

* Autor corresponsal: mquispe@uncp.edu.pe

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo determinar la capacidad antioxidante del aceite esencial a partir de hojas de eucalipto (*Eucalyptus Globulus*) extraídas con energía ultrasónica. Para ello se recolectaron hoja de eucalipto del distrito de Auquimarca Provincia de Huancayo, se almacenaron en un cooler y fueron trasladados al laboratorio de la Universidad Nacional del Centro del Perú, para su caracterización de humedad, acidez y pH. Luego fueron secados a (40 y 60) °C por 12h; posteriormente las hojas deshidratadas fueron trituradas y almacenadas a 5 °C. Para realizar la extracción del aceite esencial de las hojas secas se sumergieron en agua en proporciones de (1:7.5; 1:10 y 1:12,5) por espacio de 1h, luego se sometieron las muestras al ultrasonido utilizando frecuencia de (60 y 80) % por un tiempo de (10 y 12) min. Finalmente se realizó la caracterización del aceite esencial en función del rendimiento de extracción, índice de refracción, acidez, densidad óptica y capacidad antioxidante. Analizado los datos se pudo determinar el valor de humedad, acidez y pH en hojas frescas de eucalipto los cuales fueron 4,84, 1,82 y 4,12, respectivamente. En hojas secadas a 40 °C reportaron los valores de 1,36, 1,78 y 4,67, y a 60°C los siguientes valores 1,12, 1,58 y 4,49, respectivamente. En función del rendimiento se obtuvo valores comprendidos entre (0,58-0,98) % índice de refracción (1,29-1,50); acidez (1,35-1,86) %; densidad óptica (0,73-0,89) g/mL y capacidad antioxidante (11,47-14,47) mg AGE/g muestra. Demostrando de esta manera la importancia de la capacidad antioxidante y caracterización del aceite esencial de eucalipto (*Eucalyptus Globulus*).

Palabras claves: Capacidad antioxidante, amplitud, sonicación, refracción y densidad óptica.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the antioxidant capacity of the essential oil from eucalyptus leaves (*Eucalyptus Globulus*) extracted with ultrasonic energy. Eucalyptus leaves were collected from the district of Auquimarca in the province of Huancayo, stored in a cooler and transferred to the laboratory of the Universidad Nacional del Centro del Perú for moisture, acidity and pH characterization. Then they were dried at (40 and 60) °C for 12h; subsequently, the dehydrated leaves were crushed and stored at 5 °C. To extract the essential oil from the dried leaves, they were immersed in water in proportions of (1:7.5; 1:10 and 1:12.5) for 1h, then the samples were subjected to ultrasound using a frequency of (60 and 80) % for a time of (10 and 12) min. Finally, the essential oil was characterized in terms of extraction yield, refractive index, acidity, optical density and antioxidant capacity. After analyzing the data, it was possible to determine the moisture, acidity and pH values in fresh eucalyptus leaves, which were 4.84, 1.82 and 4.12, respectively. In leaves dried at 40 °C the values of 1.36, 1.78 and 4.67 were reported, and at 60°C the following values were 1.12, 1.58 and 4.49, respectively. In terms of yield, values were obtained between (0.58-0.98) % refractive index (1.29-1.50); acidity (1.35-1.86) %; optical density (0.73-0.89) g/mL and antioxidant capacity (11.47-14.47) mg AGE/g sample. Thus demonstrating the importance of the antioxidant capacity and characterization of the essential oil of eucalyptus (*Eucalyptus Globulus*).

Key words: Antioxidant capacity, amplitude, sonication, refraction and optical density.

1. INTRODUCCIÓN

El eucalipto es un árbol de la familia Myrtaceae, que incluye 140 géneros y unas 3800 especies y subespecies, distribuidas en las regiones tropicales y subtropicales. El eucalipto es uno de los géneros más importantes y ampliamente plantados en el mundo. Se trata de un gran árbol de hoja perenne, nativo de Australia y Tasmania e introducido, con éxito, en todo el mundo (Ortiz, D., 2018).

En Perú, el ritmo de las plantaciones de eucalipto ha ido creciendo en los últimos años, siendo una especie forestal con un enorme potencial en la actualidad (Moreno, et al., 2010). El eucalipto tiene glándulas que segregan aceites esenciales en sus hojas, los cuales producen su característico olor y poseen componentes que pueden ser diferenciados en productos químicos de valor industrial (Goodger, et al., 2020). Estos aceites esenciales pueden extraerse mediante varios métodos: expresión, destilación con vapor de agua, extracción con solventes volátiles, enflorado y con fluidos supercríticos (Stratakos, A., 2016).

Sin embargo, la extracción de aceite esencial se puede realizar con las hojas eucalipto frescas o secas siendo esta una forma de preservar la materia prima y tiene por objetivo identificar las propiedades termo físicas, de equilibrio y transporte que es de vital importancia para modelar el proceso y diseñar máquinas secadoras para esta materia prima, para poder remover el agua del sólido hasta un nivel en donde el crecimiento microbiológico y la deterioración por reacciones químicas sean minimizadas (Daga y García, 2017).

Una forma de extraer los aceites esenciales es mediante la destilación por arrastre de vapor de agua, la muestra vegetal fresca o seca son trozados y es encerrada en una cámara inerte y sometida a una corriente de vapor de agua sobrecalentado (Stratakos, A., 2016). La esencia así arrastrada es posteriormente condensada, recolectada y separada de la fracción acuosa (Nekoei y Mohammadhosseini, 2016). Esta técnica es muy utilizada especialmente para esencias fluidas porque consigues altos rendimientos, alta pureza con baja tecnología (Stratakos, A., 2016).

Existen métodos diversos para la extracción de aceite a partir de fuentes vegetales entre ellos la extracción convencional, con disolventes no polares, con CO₂ supercrítico, prensado en frío y caliente (Khaw, et al., 2017). Sin embargo, el uso de estos métodos da lugar a diferentes rendimientos y diferentes perfiles lipídicos (Emami, et al., 2017). Hay que recordar que por cuestiones de seguridad, calidad y medio ambiente las extracciones acuosas se aplican para extraer grasas

animales y aceites vegetales trayendo consigo bajas eficiencias en el rendimiento de extracción. El tratamiento ultrasónico podría utilizarse para mejorar el rendimiento de la extracción y a su vez disminuir el tiempo mediante la transferencia de masa, calentamiento y efecto de la cavitación (Vinatoru, 2017). Así mismo, se reconoce a la técnica del ultrasonido como una técnica ecológica e innovadora porque ya no hace uso de muchos solventes acuosos, por lo tanto, contribuye a la protección del ambiente al reducir los disolventes, aguas residuales y generación de sustancias peligrosas y a su vez aumenta la eficiencia de producción (Chemat, et al., 2017). La extracción asistida por ultrasonidos se ha utilizado ampliamente para extraer compuestos bioactivos y aceites de fuentes vegetales (Wen, C., et al., 2018).

El aceite esencial tiene componentes heterogéneos de terpenos, sesquiterpenos, ácidos, ésteres, fenoles, lactosas; todos ellos fácilmente separables por el método químico o físico, como la destilación, refrigeración, centrifugación, etc. (Porras, M., 2015).

La capacidad antioxidante que tiene una matriz biológica está representada por el contenido de metabolitos secundarios (Yang, et al., 2018). Estudios han demostrado el potencial anticancerígeno de los extractos de eucalipto contra algunas células cancerosas de colon, páncreas, pulmón, próstata, ovario, cuello uterino, hígado y neuroblastoma (Vuong, et al., 2015). (Boom, et al., 2018), determinó la capacidad antioxidante del aceite esencial de eucalipto oleosa con las técnicas de DPPH y ABTS, encontrando valores de IC 50 de 13,00 mg/L y 43,5 mg/L, respectivamente.

Según, (Velásquez, R., 2019), analizaron el secado de las hojas de eucalipto a tres humedades relativas distintas con el fin de evaluar el crecimiento de hongos y evitar que sobrepase la norma técnica establecida por el país, encontrando que se mantiene con una humedad relativa del 70% por un periodo de 15 días, así mismo, realizaron la caracterización fisicoquímica, humedad, rendimiento, densidad y materia seca. Por otro lado, (Zrira, et al., 2004). Obtuvieron el aceite esencial de nueve variedades de eucalipto que crecieron en Marruecos, llegando a identificar 83 componentes y el más preponderante fue el 1,8-cineol, resaltando la importancia de la caracterización del aceite esencial de eucalipto. Así mismo, (Mizrahi, 2011). Determinaron la composición del aceite esencial de eucalipto cultivado en argentina, encontrando presencia de 1,8 cineol, alfa pineno, alfa terpineol y globulol en mayor cantidad además de otros 25 compuestos en menores cantidades, Por último, (Herculano, et al., 2014). Encapsularon aceite esencial de *Eucalyptus staigeriana* utilizando

goma de anacardo como material de pared. Las nanopartículas tuvieron su actividad antimicrobiana contra *Listeria Monocytogenes* y *Salmonella*, en forma de bactericida, comprobando su efectividad. Sin embargo, se desconoce la capacidad antioxidante del aceite esencial de hojas de eucalipto (*Eucalyptus Globulus*). Es ase sentido, el presente trabajo de investigación tuvo por objetivo, evaluar la capacidad antioxidante del aceite esencial de hojas de eucalipto (*Eucalyptus Globulus*) extraído por energía ultrasónica.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de hojas de eucalipto (*Eucalyptus Globulus*) fueron recolectados de fincas ubicados en el distrito de Auquimarca - Huancayo que se encuentra a 3250 m.s.n.m. Siendo estás trasladadas en cooler hasta el laboratorio de Ingeniería de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Centro del Perú Filial - Tarma. El tipo de investigación utilizada fue la experimental con nivel aplicado (Hernandez Sampieri et al., 2014). Debido a que utiliza conocimientos científicos para la capacidad antioxidante de hojas de eucalipto (*Eucalyptus Globulus*) extraído por energía ultrasónica que enfoca la atención sobre la solución de problemas más que sobre la formulación de teorías, (Vargas y León, 2016).

2.1 Métodos de análisis

El diagrama de flujo de las hojas de eucalipto (*Eucalyptus Globulus*) se muestran en la figura 1.

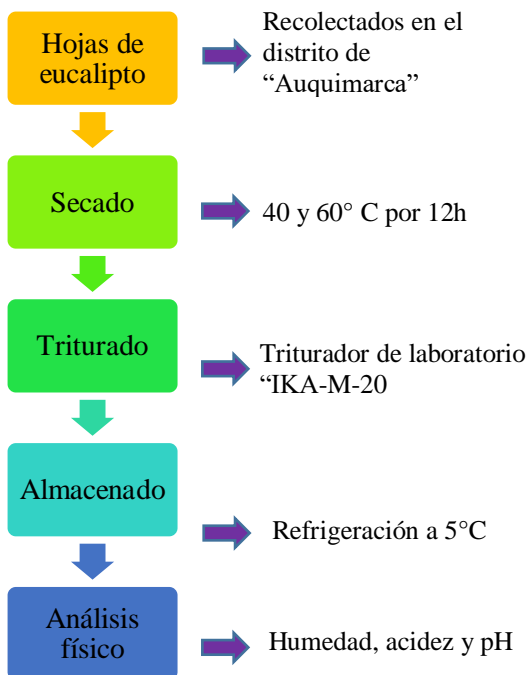


Figura 1. Diagrama de flujo del secado a 40 y 60 °C.

2.1.1. Acondicionamiento del material vegetal para la extracción

Las hojas se cortaron en un procesador de alimento, luego se sumergieron en agua destilada a diferentes proporciones de hoja: agua (1:7.5; 1:10; 1:12,5) por 1 hora para alcanzar humedades de 70, 80 y 90%; (Nolazco, D., 2020), y finalmente se escurrieron y empacaron en bolsas de polietileno para su almacenamiento a -18°C hasta su extracción.

2.1.2. Extracción asistida por ultrasonido (EMAU)

Para el estudio del efecto de la asistencia del ultrasonido nos basamos en la metodología planteada por (Barrazueta, S., Mendoza, G., Fornari, T., 2015). Con algunas modificaciones, llegando a utilizar frecuencias de (60 y 80) % así como tiempo (10 y 12) min.

2.2 Caracterización del aceite esencial

Obtenido el aceite esencial se almacenaron en frascos ámbar para ser caracterizados en cuanto a su rendimiento, índice de refracción, acidez, densidad óptica y capacidad antioxidante (Quispe y Taco, 2018).

2.2.1. Rendimiento

El análisis del rendimiento se realizó acorde a los mencionado por (Nolazco, D., 2020). Para realizar los cálculos se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{Rendimiento} = (\text{Peso de aceite esencial}) / (\text{Peso de hojas}) \times 100$$

2.2.2. Índice de refracción

La determinación del índice de refracción se determinó utilizando la NTP 319.075 correspondiente a aceites esenciales, determinación del índice de refracción. Se empleó refractómetro Carl Zeiss 74078 (Ponce et al., 2015).

2.2.3. Acidez

La determinación de la acidez se determinó utilizando la NTP 319.088 correspondiente a aceites esenciales, determinación del índice de acidez (mg de hidróxido de potasio necesarios para neutralizar los ácidos libres contenidos en 1g de aceite esencial) (Ponce et al., 2015).

2.3.4. Densidad óptica

La densidad óptica se medirá adicionando una gota de aceite esencial en un refractómetro ABBE MARK II a 25°C acorde a lo reportado por (Sarria-Villa, 2021).

2.3 Diseño experimental

El análisis estadístico se realizó utilizando los datos experimentales a quienes se aplicaron un DCA con arreglo factorial. Con un nivel de confiabilidad del 95% utilizando el software SPSS v. 24. 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, índice de refracción, acidez, densidad óptica y capacidad antioxidante.

3. RESULTADOS

En el presente capítulo se detalla los resultados de la investigación presentados en tablas en las que se detallan la desviación estándar de cada uno de los datos.

3.1 Cinética de secado de las hojas de eucalipto

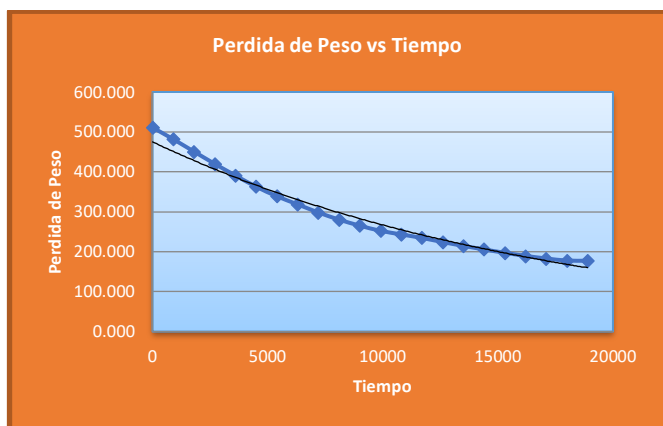
La materia prima se secó a dos temperaturas (40 y 60) °C y éstas se estabilizaron cuando el peso se mantuvo constante. Así mismo, se debe indicar que la velocidad de secado es de 1.0 m/s, durante 300 minutos. Los resultados se muestran en la tabla 1.

Así mismo, la tabla 1 se muestra en figuras, donde se puede apreciar de forma más clara la pérdida de peso versus el tiempo de las hojas de eucalipto (*Eucalyptus Globulus*), donde se evidencia que la curva disminuye más rápido a la temperatura de 60 °C que a 40 °C.

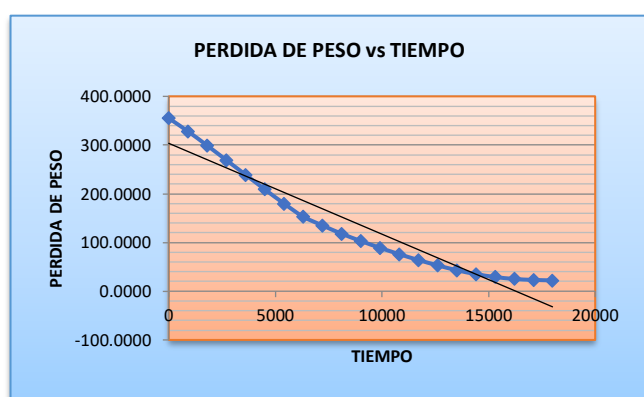
El peso final que las muestras alcanzan a cada temperatura es prácticamente constante, pues después de haber eliminado gran parte de la humedad, las humedades están próximas a la humedad de equilibrio.

Tabla 1.
 Pérdida de peso en relación con el tiempo

TIEMPO (min)	TEMPERATURAS	
	40 °C	60 °C
0	522.000	510.900
15	495.000	481.700
30	466.000	450.700
45	436.000	420.100
60	406.000	390.900
75	376.000	362.800
90	347.000	338.800
105	320.000	318.600
120	302.000	298.300
135	285.000	280.400
150	270.000	265.300
165	256.000	252.400
180	243.000	243.300
195	231.000	234.500
210	220.000	224.100
225	210.000	214.700
240	202.000	205.600
255	196.000	197.300
270	192.000	189.500
285	190.000	183.100
300	189.000	177.800



(a)



(b)

Figura 2. (a) Pérdida de peso versus tiempo a 40 °C y
 (b) Pérdida de peso versus tiempo a 60 °C

3.3 Caracterización fisicoquímica y capacidad antioxidante

Para la obtención del aceite esencial de eucalipto (*Eucalyptus Globulus*), se utilizó diferentes tratamientos interaccionando la temperatura de secado, la relación (hoja: agua), la frecuencia del ultrasonido y el tiempo de extracción. Las variables dependientes fueron el rendimiento de aceite esencial extraído, índice de refracción, acidez, densidad óptica, y capacidad antioxidante tal y como lo muestra la tabla 3.

Tabla 3.
 Tratamientos usados en el experimento

Temperatura de secado	Relación (Hoja:agua)	Frecuencia	Tiempo	Rendimiento en hojas secas (%) ± D.E.	Índice de refracción en hojas secas ± D.E.	Acidez en hojas secas (%) ± D.E.	Densidad óptica en hojas secas (g/ml) ± D.E.	Capacidad antioxidante (mg Trolox/g muestra) ± D.E.	
40 °C	1:7.5	60	10	0.66 ± 0.28	1.46 ± 0.056	1.68 ± 0.57	0.79 ± 0.07	13.68 ± 0.576	
			12	0.66 ± 0.19	1.29 ± 0.035	1.71 ± 0.06	0.82 ± 0.07	14.71 ± 0.068	
		80	10	0.68 ± 0.19	1.33 ± 0.024	1.63 ± 0.09	0.79 ± 0.12	13.63 ± 0.099	
			12	0.64 ± 0.09	1.40 ± 0.074	1.35 ± 0.47	0.87 ± 0.08	13.35 ± 0.476	
		1:10	60	10	0.72 ± 0.25	1.49 ± 0.07	1.68 ± 0.08	0.83 ± 0.06	13.68 ± 0.085
				12	0.71 ± 0.30	1.49 ± 0.04	1.58 ± 0.04	0.88 ± 0.07	13.58 ± 0.047
	80		10	0.58 ± 0.05	1.36 ± 0.08	1.75 ± 0.06	0.75 ± 0.06	13.75 ± 0.068	
			12	0.71 ± 0.32	1.39 ± 0.05	1.46 ± 0.07	0.74 ± 0.07	14.46 ± 0.037	

3.2 Caracterización de las hojas de eucalipto (*Eucalyptus Globulus*).

Obtenida la materia prima estas se caracterización para establecer su calidad acorde a lo mostrado en la tabla 2.

Tabla 2.
 Caracterización de las hojas de eucalypto (*Eucalyptus Globulus*).

Hojas de Eucalipto (<i>Eucalyptus Globulus</i>)			
	Frescas ± D.E.	Secado a 40°C ± D.E.	Secado a 60°C ± D.E.
Humedad (%)	4.84 ± 0.236	1.36 ± 0.157	1.12 ± 0.246
Acidez (%)	1.82 ± 0.596	1.78 ± 0.395	1.58 ± 0.170
pH	4.12 ± 0.376	4.67 ± 0.467	4.49 ± 0.275

	1:12,5	60	10	0.65 ± 0.24	1.39 ± 0.03	1.56 ± 0.07	0.73 ± 0.10	13.56 ± 0.079
			12	0.62 ± 0.17	1.40 ± 0.07	1.47 ± 0.06	0.80 ± 0.09	14.47 ± 0.068
		80	10	0.68 ± 0.14	1.39 ± 0.08	1.86 ± 0.07	0.89 ± 0.09	13.86 ± 0.078
			12	0.65 ± 0.06	1.40 ± 0.03	1.56 ± 0.06	0.87 ± 0.08	12.56 ± 0.067

60 °C	1:7.5	60	10	0.90 ± 0.14	1.47 ± 0.08	1.75 ± 0.06	0.82 ± 0.10	14.63 ± 0.367
			12	0.91 ± 0.96	1.46 ± 0.02	1.37 ± 0.07	0.79 ± 0.10	14.72 ± 0.062
		80	10	0.93 ± 0.12	1.40 ± 0.02	1.57 ± 0.05	0.78 ± 0.07	14.52 ± 0.103
			12	0.92 ± 0.14	1.47 ± 0.06	1.57 ± 0.06	0.79 ± 0.04	13.49 ± 0.057
	1:10	60	10	0.98 ± 0.94	1.47 ± 0.07	1.54 ± 0.05	0.89 ± 0.09	12.47 ± 0.098
			12	0.97 ± 0.46	1.50 ± 0.07	1.57 ± 0.03	0.89 ± 0.06	13.52 ± 0.108
		80	10	0.92 ± 0.14	1.40 ± 0.02	1.68 ± 0.05	0.84 ± 0.10	13.57 ± 0.098
			12	0.94 ± 0.15	1.40 ± 0.07	1.78 ± 0.05	0.78 ± 0.10	14.61 ± 0.099
	1:12,5	60	10	0.92 ± 0.15	1.43 ± 0.05	1.68 ± 0.02	0.84 ± 0.06	13.72 ± 0.108
			12	0.97 ± 0.19	1.48 ± 0.06	1.65 ± 0.05	0.75 ± 0.07	13.69 ± 0.106
		80	10	0.94 ± 0.15	1.486 ± 0.06	1.57 ± 0.06	0.85 ± 0.09	11.47 ± 0.099
			12	0.92 ± 0.14	1.49 ± 0.046	1.85 ± 0.07	0.83 ± 0.12	13.38 ± 0.084

4. DISCUSIONES

4.1 Cinética de secado de las hojas de eucalypto (*Eucalyptus Globulus*).

Según (Figuroa y Porras, 2019). Nos dice que luego del tiempo utilizado para el secado, se observa que los pesos no disminuyen notablemente. Esto se puede atribuir a que la humedad contenida en las hojas de eucalypto (*Eucalyptus Globulus*), no se transporta a la superficie de esta a la rapidez con la que se remueve de

4.2 Caracterización de las hojas de eucalypto (*Eucalyptus Globulus*).

En la tabla 2 se reporta los principales datos para la Humedad (%), Acidez (%) y pH en este trabajo de investigación. Siendo estos datos muy cercanos a los reportados por (Ticona, J., 2019), quien reporta una humedad en hojas secas a 60°C de eucalypto (*Eucalyptus Globulus*), en un rango de 6.34 – 7.02%, así mismo, un valor de acidez en un rango de 1.52 – 1.90 % y pH de 6.1 – 6.4. Comparando con nuestro trabajo de investigación en función a la humedad podemos decir que nuestra humedad y pH, reportada se encuentra por debajo de lo mencionado por el autor, sin embargo, la acidez reportada si se encuentra dentro del rango

la superficie de la hoja. Pues como se ve, cuando la velocidad del aire es constante, la rapidez con que se remueve la humedad de la superficie es constante.

Así mismo, (Cerrón y Junchaya, 2019). Nos dice que los datos experimentales obtenidos al secar algunas hojas se establecen con el perfil de humedad en base seca para las temperaturas experimentales. Por lo tanto, las curvas que presentan son típicas de sólidos húmedos sometidos a secado. Situación que se puede comprobar con la figura 2.

mencionado por dicho autor, esto debido a las distintas condiciones que se ha venido trabajando en las materias primas por ejemplo el tipo de secador utilizado que influye en la pérdida de agua presente en las hojas. Así mismo, (Labrada-Hechavarria, Y., 2018). En su trabajo titulado caracterización física y química de hojas y aceite esencial de eucalypto (*Eucalyptus Globulus*), expuesto a radiación gamma. Obtuvo un rango de pH en hojas secas a 60°C un rango de 4.12 – 4.24. El resultado en nuestro trabajo de investigación se encuentra dentro del rango establecido por el autor. Esto debido a las condiciones casi similares de trabajo en el secado. También, (Juárez, J., 2018). Reporto un valor de humedad de las hojas secas a 60°C el valor de 4.84%. Siendo este valor muy cercano a lo reportado por el presente trabajo de investigación. Por último, (Velásquez, R., 2019), reportaron un valor de rendimiento de extracción del

aceite esencial de eucalipto de 0,4315%, siendo este valor más bajo de lo reportado en este trabajo de investigación debido a las distintas condiciones de trabajo.

4.3 Rendimiento de aceite esencial de eucalipto (*Eucalyptus Globulus*)

En la tabla 3 se muestra el rendimiento del aceite esencial de eucalipto (*Eucalyptus Globulus*), en donde se evidencia un rendimiento máximo de $0,98 \pm 0.10$ %. Con el tratamiento de 60°C y una relación de hoja:agua (1:10), frecuencia de 80% y un tiempo de sonicación de 10 min. Valor que se aproxima a lo mencionado por (Ramírez, Trejo, Bustamante, & Vargas, 2015). Quienes utilizaron la misma metodología y reportaron un rendimiento aproximado de: 0,9083 %. Así mismo, (Torrenegra-Alarcón, et al., 2016) y (Ochoa, Paredes, Liz, & Justino, 2012), en su trabajo de investigación en referencia al rendimiento encontrado utilizando un ultrasonido presento un valor de: 0,9342 y 0,9456%, respectivamente. Siendo este valor mucho cercano a lo reportado por el presente trabajo de investigación.

Por último, según (Ochoa, Paredes, Liz, & Justino, 2012). Menciono que el rendimiento depende de las condiciones geobotánicas como: el clima, altitud, tipo de suelo, luminosidad, pluviosidad, temperatura, época de recolección y edad de las plantas, por ello la materia prima para este trabajo se recolectó en el primer año de crecimiento por tanto se obtuvo un rendimiento muy cercano a lo reportado por otros autores.

4.4 Análisis físicoquímico de aceite esencial de eucalipto (*Eucalyptus Globulus*)

Así mismo en la tabla 3 se muestra el índice de refracción, Índice de acidez y la densidad Óptica, los cuales fueron: 1.50 ± 0.07 ; 1.86 ± 0.07 y 0.89 ± 0.09 , respectivamente. Estos resultados encontrados fueron comparados con lo mencionado por (Alejandro, E. y Sánchez, G., 2014). Quien reporta en su trabajo de investigación utilizando la misma metodología propuesta en la presente, un índice de refracción en un rango de: 1.485 a 1.55, encontrándose nuestros resultados dentro del rango establecido por dicho autor, esto se debe posiblemente a la especie utilizada que es la misma que la presente. En función al índice de acidez, se comparó con lo reportado por (Huisa, 2016) y (Díaz, J. y Martínez, J., 2013). Quienes también utilizaron la

misma metodología propuesta en la presente, reportando un rango promedio de índice de acidez entre: 1.52 a 1.90. Afirmando que los datos obtenidos se encuentran dentro del rango establecido por el autor. Por último, en función de la densidad óptica, la NTP: 319087 establecida para aceites esenciales nos dice que la densidad varía normalmente de: 0.85 a 0.98, es preciso mencionar que en la tabla 3 se aprecia la densidad, estando dentro a lo mencionado por dicha NTP, el valor encontrado puede variar acorde a la variedad de eucalipto (*Eucalyptus Globulus*) utilizada, que existe en determinados lugares (Pino, N., Melendez, E. y Stashenko, E., 2009).

4.5 Capacidad antioxidante de aceite esencial de eucalipto (*Eucalyptus Globulus*)

En la tabla 3 se muestra la capacidad antioxidante con el método de DPPH del aceite esencial de eucalipto (*Eucalyptus Globulus*) siendo este el valor de 14.72 ± 0.062 mg AGE/g muestra. Este valor encontrado se acerca mucho a lo reportado por (Hajer, et al., 2020). Quien en su trabajo de investigación reporto el valor de 32.80 mg/mL muestra. Esto debido a que en nuestro caso trabajamos por cada gramo de muestra, mientras que el autor trabajo por cada mL de muestra, Así mismo, (Granados, C., 2015). Reporta como capacidad antioxidante del eucalipto (*Eucalyptus Globulus*), por el método de DPPH el valor de 9.02 mg/g muestra. Siendo este valor más cercano a nuestro trabajo de investigación comprobando de esa manera su capacidad antioxidante. También, (Cui, et al., 2018). Determino la capacidad antioxidante de eucalipto (*Eucalyptus Globulus*), reportando un valor promedio de 12.58 mg/g muestra. Siendo ese valor muy cercano a lo reportado en el presente trabajo de investigación. Esta coincidencia se debe a las condiciones de trabajo similares que se han reportado.

5. CONCLUSIONES

Analizado los datos se pudo determinar el valor de humedad, acidez y pH en hojas frescas de eucalipto siendo esta 4,84, 1,82 y 4,12, respectivamente. En hojas secadas a 40°C reportaron los valores de 1,36, 1,78 y 4,67, y a 60°C valores de 1,12, 1,58 y 4,49, respectivamente. En función del rendimiento se obtuvo un valor máximo de $0,99 \pm 0.10$ %, logrando dicho valor aplicando una temperatura de secado de 60°C , relación de hoja:agua de (1:10), frecuencia 60 % y un tiempo de sonicación de 10 min. En función del índice de refracción y capacidad antioxidante se obtuvo un valor máximo de $1,50 \pm 0.07$ % y $14,72 \pm 0.062$ %, respectivamente con una temperatura de secado de 60°C , relación hoja:agua (1:7,5), frecuencia de 60% y un

tiempo de sonicación 12 min. En función del índice de Acidez y densidad óptica se obtuvo un valor máximo de $0,89 \pm 0,09 \%$ y $1,86 \pm 0,07 \%$, respectivamente con una temperatura de secado de $60 \text{ }^\circ\text{C}$, relación hoja:agua (1:12,5), frecuencia de 80% y un tiempo de sonicación 10 min.

6. BIBLIOGRAFÍA

Alejandro, E. y Sánchez, G., (2014). Estudio de Factibilidad para la industrialización de *Clinopodium Bolivianum* (muña) en el departamento de la paz, Tesis de pre grado, Universidad Mayor de San Andrés, <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/20449/TES-1078.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Barrazueta, S., Mendoza, G., Fornari, T., (2015). Uso de ultrasonidos en la extracción de plantas labiadas combinado etanol y CO_2 supercrítico, *Alimentos, ciencia e investigación*, 23(1):37-46, https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24023/2/Alimentos_23_1_2015.pdf#page=40

Boom, E., Orozco, J., Alean, J. y Rojano, B., (2018). Evaluación de la Actividad Antioxidante de Aceites Esenciales de Eucaliptos Cultivados en Colombia, *Información tecnológica*, 29(6): 57-66, <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000600057>

Cerrón, S. y Junchaya, J., (2019). Influencia de la temperatura del aire en la velocidad de secado de quinua germinada en un secador de bandeja. Tesis de pregrado. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo – Perú. http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/U_NCP/5682/INFORME%20DE%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Chemat, F., Rombaut, N., Sicaire, A., Meullemiestre, A., (2017). Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review, *Ultrasonics Sonochemistry*, 34(1): 540-560, <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2016.06.035>

Cui, H., Wei, H., Wang, P., Yang, X., Dong, Y. y Zhou, H., (2018). Essential oils from *Carex meyeriana* Kunth: Optimization of hydro distillation extraction by response surface methodology and evaluation of its antioxidant and antimicrobial activities. *Industrial Crops and Products*, 124(15):669-676 <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.08.041>

Daga y García, (2017). Proceso de secado de alga *Lessonia Nigrescens* (Aracanto Negro) en un secador rotatorio discontinuo, Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Callao, recuperado el 13 de mayo del 2021 de: http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/U_NAC/3572/Daga%20Manrique%20y%20Garcia%20Yahuana__titulo%20quimica_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Díaz, J. y Martínez, J. (2013). Cantidad y Calidad de aceites esenciales en hojas de cuatro especies del género *Eucalyptus* El Mantaro. Universidad Nacional del Centro del Perú. Retrieved from http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/U_NCP/3397/Diaz_Arcos_-_Martinez_Chuquillanqui.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Emami, et al., (2017). Interactive effects of drought stress and chitosan application on physiological characteristics and essential oil yield of *Thymus daenensis* Celak, *The crop Journal*, 5(5): 407-415, <https://doi.org/10.1016/j.cj.2017.04.003>

Figueroa, S. y Porras, M., (2019). Evaluación del efecto de la temperatura y velocidad del aire en la rapidez de secado de la yuca en un secador de bandejas. Tesis de pregrado. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo – Perú. http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/U_NCP/6330/T010_70178262_T1.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Goodger, J., Gamble, D., Humphries, J. y Woodrow, E., (2020). Monoterpene synthases responsible for the terpene profile of anther glands in *Eucalyptus polybractea* R.T. Baker (Myrtaceae), recuperado el 13 de mayo del 2021 de: <https://doi.org/10.1093/treephys/tpaa161>

- Granados, C., Santafe, G., & Acevedo, D. (2015). Composición química y Evaluación de la actividad antioxidante del aceite esencial *Folia de eucalyptus camaldulensis*. Artículo, 235–240. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v18n1/v18n1a27.pdf>
- Hajer, L., Ben, M., Tammar, S., Ksibi, N., Khammassi, S., Jalloulli, S., Del Re, G. Y Msaada, K., (2020). Variation in chemical profile of leaves essential oils from thirteen Tunisian *Eucalyptus* species and evaluation of their antioxidant and antibacterial properties. *Industrial Crops y Products*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112964>
- Herculano, E., Haroldo, P., Figueiredo, E., (2014). Physicochemical and antimicrobial properties of nanoencapsulated *Eucalyptus staigeriana* essential oil, *LWT*, 50(6):1-8, <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2014.12.001>
- Hernández Sampieri, R. F. (2014). Metodología de la investigación. Editorial Mc Graw Interamericana. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Huisa, C. (2016). Caracterización de Aceites esenciales de Eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill). Artículo, 1–20. Retrieved from <http://tecnologiadeprocessos.blogspot.com/2010/03/caracterizacion-de-aceites-esenciales.html>
- Juárez, J., (2018). Estudio de las características fisicoquímicas y fitoquímicas de las hojas de *Eucalyptus globulus* Labill (Eucalipto). Tesis pre grado. Universidad Católica los Ángeles de Chimbote. Trujillo – Perú. http://repositorio.uladec.edu.pe/bitstream/handle/123456789/5099/CARACTERISTICAS_FISICOQUIMICAS_JUAREZ_DIAZ_JOSE_MIGUEL.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Khaw, K., Parat, M., Shaw, P. y Falconer, J., (2017). Solvent Supercritical Fluid Technologies to Extract Bioactive Compounds from Natural Sources: A Review, *molecules*, 22(1):1186-1197, <https://doi.org/10.3390/molecules22071186>
- Labrada-Hechavarria, Y., (2018). Caracterización física y química de aceite esencial de *Azardachta eucalypto* expuesto a radiación gamma. 30(3): 470-482. *Revista cubana de química*. <http://scielo.sld.cu/pdf/ind/v30n3/ind06318.pdf>
- Mizrahi, I., Rodríguez, J., Juárez, M., Bandoni, A., Muschietti, L. y Van, C., (2011). Composition of the Essential Oil of *Eucalyptus dunnii* Maiden Growing in Argentina, *Journal of essential oil research*, 10(28): 37-41, <http://dx.doi.org/10.1080/10412905.1997.9700821>
- Moreno, et al., (2010). Modelación y optimización del proceso de extracción de aceite esencial de eucalipto (*Eucalyptus globulus*), *Scientia Agropecuaria*, 10(5): 147-154, <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3711272.pdf>
- Nekoei, M., y Mohammadhosseini, M., (2016). Traditional Hydrodistillation, Microwave AssistedHydro- distillation and Solvent-Free MicrowaveExtraction Methods: Comparison with the VolatileCompounds Obtained by Headspace Solid-PhaseMicroextraction, *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 19(1): 59-75, <https://doi.org/10.1080/0972060X.2014.890077>
- Nolazco, D., Villanueva-Quejia, E., Sakuda, B., Tellez, L., (2020). Extracción y caracterización química del aceite esencial de Eucalipto obtenido por microondas y ultrasonido. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 22(3):2306-8582. <http://www.scielo.org.pe/pdf/ria/v22n3/2313-2957-ria-22-03-274.pdf>
- Ochoa, P., Paredes, R., Liz, D., & Justino, R. (2012). Extracción, caracterización y evaluación de la actividad antibacteriana del aceite esencial de *Senecio graveolens* Wedd (Wiskataya). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4104068.pdf>
- Ortiz, D., (2018). Comparación In vitro de la actividad antifúngica de los aceites esenciales de *Citronella* (*Cymbopogon nardus*) y eucalipto (*Eucalyptus globulus*) frente al agente causal de la antracnosis

- (Colletotrichum gloeosporoides). Tesis de pregrado, Recuperado el 13 de mayo del 2021 de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16596/1/UPS-CT008049.pdf>
- Pino, N., Melendez, E. y Stashenko, E., (2009). Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de hojas de *Piper lanceaefolium*, planta usada tradicionalmente en Colombia, Congreso Internacional de Farmacobotánica, 8(4):301-304, <http://oras-conhu.org/Data/2015911124018.pdf>
- Ponce, J., Guadalupe, L. y Arana, C., (2015). Estudio bromatológico de *Rosmarinus Officinalis L.* “romero” y obtención del aceite. Ciencia e Investigación, 18(1): 9-13. <https://pdfs.semanticscholar.org/09d5/154442910ef30335f4631ad64d7711d78a36.pdf>
- Porras, M., (2015). Rendimiento y calidad de aceites esenciales de opérculos de *Eucalyptus globulus Labill*, secado al sol y sombra – Huancayo, Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú, recuperado el 13 de mayo del 2021 de: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3480/Porras%20Torrejon.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quispe, K. y Taco, R., (2018). Evaluación del tiempo de extracción, factor de empaquetamiento, humedad del rizoma, en el rendimiento de la extracción del aceite esencial de jengibre, Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6561/IQqudikf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramírez, V., Trejo, A., Bustamante, selene, & Vargas, A. (2015). Extracción de aceite esencial de Eucalipto y su aplicación como agente antifúngico en un envase activo para conservación de Frambuesa. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 16(2), 228–233. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81343176012>
- Sarria-Villa, (2021). Caracterización de los Aceites Esenciales del *Pinus oocarpa* por Cromatografía de Gases-Espectrometría De Masas (Gc-Ms) Aceites Esenciales by Gc-Ms. Rev.EIA.Esc.Ing.Antioq. 18(35): 2463-0950. <https://doi.org/10.24050/reia.v18i35.1341>
- Stratakos, A., (2016). Methods for Extracting Essential Oils, Queen’s University Belfast, Institute for Global Food Security, Belfast, United Kingdom, recuperado el 13 de mayo del 2021 de: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00004-3>
- Ticona, J., (2019). Evaluación de la actividad antimicrobiana in vitro de los aceites esenciales de eucalipto (*Eucalyptus globulus labill*); muña (*Minthostachys mollis*) frente a *Staphylococcus aureus* y Coliformes fecales. Tesis de pre grado. Universidad Peruana Unión. Juliaca – Puno. https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/PEU/1711/Jhon_Tesis_Licenciatura_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Torrenegra-Alarcón, M., Granados-Condes, C., Durán-Lengua, M., León-Mendes G., (2016). Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de *Minthostachys mollis*, Orinoquía, 20(1):69-74, <https://www.redalyc.org/pdf/896/89647074008.pdf>
- Vargas y León, (2016). La gestión del conocimiento respecto a la organización que aprende, enfocado por teorías y tendencias a nivel nacional e internacional, Revista científica de la Escuela de Posgrados de la Fuerza Aérea Colombiana. 11(1): 10-31, <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.528>
- Velásquez, R., (2019). Efecto de la humedad relativa y tiempo de almacenamiento de las hojas de eucalipto deshidratado (*Eucalyptus*), Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura, Recuperado el 12 de mayo del 2021 de: <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/2006/IND-VEL-GAR-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vinatoru, M., Mason, T. y Calinescu, I., (2017). Ultrasonically assisted extraction (UAE) and

microwave assisted extraction (MAE) of functional compounds from plant materials, *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 97(1): 159-178, <https://doi.org/10.1016/j.trac.2017.09.002>

Vuong, et al., (2015). Physicochemical, antioxidant and anti-cancer activity of a *Eucalyptus robusta* (Sm.) leaf aqueous extract, *Industrial Crops and Products*, 64(1): 167-174, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.10.061>

Wen, C., Zhang, J, Zhang, H., Sedem, C., Zandile, M., Duan, Y., Ma, H. Luo, X., (2018). Advances in ultrasound assisted extraction of bioactive compounds from cash crops – A review, *Ultrasonics Sonochemistry*, 48(1): 538-549, <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2018.07.018>

Yang, L., Wen, K., Ruan, X., Zhao, Y., Wei, F. y Wang, Q., (2018). Response of Plant Secondary Metabolites to Environmental Factors, *molecules*, 23(1): 762-763, <https://doi.org/10.3390/molecules23040762>

Zrira, S., Bessiere, J., Menut, C., Elamrani, A., Benjilali, B., (2004). Chemical composition of the essential oil of nine *Eucalyptus* species growing in Morocco, *Flavour and Fragrance Journal*, 19(4): DOI; 172-175, [10.1002/ffj.1289](https://doi.org/10.1002/ffj.1289)

DESHIDRATADO DEL CAFÉ EN EL SECADOR SOLAR AUTÓNOMO Y TRADICIONAL – TARMA

DEHYDRATION OF COFFEE IN THE AUTONOMOUS AND TRADITIONAL SOLAR DRYER - TARMA

Bécquer Frauberth Camayo Lapa^{a*}, Galia Mavel Manyari Cervantes^b, Erika Amelia De La Cruz Porta^c,
Lizzeth Mariella Place Rojas^d, Marisol Gavilán Mallma^d, Miguel Ángel Quispe Solano^e

^a Facultad de Ciencias Aplicadas – Tarma / Universidad Nacional del Centro del Perú

^b Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma

^c Universidad Nacional del Centro del Perú

^d Egresada en Ingeniería Agroindustrial / Universidad Nacional del Centro del Perú

^e Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias / Universidad Nacional del Centro del Perú

* Autor corresponsal: bcamayo@uncp.edu.pe

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar el efecto del método de secado de tendal (tradicional) con el método de secado solar autónomo del café de Pichanaki en su calidad química y organoléptica del café de la variedad Catimor. Para ello, se secaron los granos de café con una humedad inicial de $46.170\% \pm 0.428$, en caso del método de secado tendal los granos de café fueron tendidos de 8:00 a.m. a 5:00 p.m. condicionado a guardar por las precipitaciones y en el secado solar autónomo se realizó a 3 temperaturas de 30, 40 y 50 °C, para luego ser tostadas y molidas a fin de realizar el análisis químico y organoléptico con 3 catadores certificados por Q-Grader. Los resultados evidencian que el método de secado solar autónomo permite menores tiempos de secado y que a la temperatura de 40°C los catadores presentaron mayor preferencia en los atributos de sabor, acidez, cuerpo y fragancia. Concluyendo que, el secado solar autónomo a 40 °C, permiten obtener un café de mayor calidad organoléptica y cumple con el parámetro de control de humedad inferior al 12%, de modo que es una gran opción para el desarrollo económico, social y ambiental del lugar y los caficultores.

Palabras clave: catimor, secador indirecto, calidad organoléptica y secado tendal

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the effect of the drying method (traditional) with the autonomous solar drying method of Pichanaki coffee on its chemical and organoleptic quality of the coffee of the Catimor variety. For this, the coffee beans were dried with an initial humidity of $46.170\% \pm 0.428$, in the case of the tendal drying method the coffee beans were laid from 8:00 a.m. at 5:00 pm conditioned to be stored due to rainfall and in the autonomous solar drying it was carried out at 3 temperatures of 30, 40 and 50 °C, to then be roasted and ground in order to carry out the chemical and organoleptic analysis with 3 certified tasters by Q-Grader. The results show that the autonomous solar drying method allows shorter drying times and that at a temperature of 40 °C the tasters showed greater preference in the attributes of flavor and fragrance. Concluding that, autonomous solar drying at 40 °C, allows to obtain a coffee of higher organoleptic quality and complies with the humidity control parameter of less than 12%, so that it is a great option for the economic, social and environmental development of the place and coffee growers.

Key Words: catimor, indirect dryer, organoleptic quality and line drying

1. INTRODUCCIÓN

El proceso de secado del café es un punto crítico de control que define la calidad del producto, permitiendo la conservación de su aspecto, valor nutritivo, a su vez evita la proliferación de microorganismos (hongos y ocratoxina A) e insectos que dañan y reducen el tiempo de vida, ello se logra disminuyendo el contenido de agua hasta niveles de equilibrio con el ambiente (Hernández-Díaz, et al., 2013). Este equilibrio según Norma Técnica Peruana esta dado con un 12% de humedad del café deshidratado.

Todo el proceso estará condicionado por la temperatura, si estas son superiores a los 65°C durante el oreado - presecado y mayor a 60°C durante el secado, dañan irreversiblemente el embrión provocando la muerte del grano, ocasionando así el ya conocido *springer*. También se ve afectado por la velocidad de aire durante el secado, características morfológicas del producto, porcentaje de humedad, actividad de agua, etc.

Existen generalmente dos formas de secado del café: natural (*tendal*) o mecánica (equipos). Sin embargo, en el Perú la carencia de innovación tecnológica hace que en su mayoría para los caficultores de zonas rurales; este proceso se realice de manera convencional “el secado natural”, que consiste en la exposición directa de granos de café a los rayos solares. Los granos de café son esparcidos habitualmente en pisos de cemento por un periodo de 8 a 15 días, removidos cada cierto tiempo hasta lograr el 12% de humedad (Quintanar y Roa, 2017). Si bien es cierto es un proceso de bajo costo y simple, ello, no permite el control de temperatura, velocidad de aire y humedad, sumado a la exposición de lluvias o cambios climáticos y a la gran exposición de agentes contaminantes (Arcila et al., 2007). Asimismo, Hernández-Díaz (2013) mencionan que el secado por *tendal* es un método que no controla la humedad final del producto, produciendo inclusive rehumidificación por el contacto con el piso, además si el porcentaje de humedad es mayor a 12%, pierde calidad e incrementa el riesgo a contaminación microbiana y si es menor a 12%, el agricultor pierde peso, por ende, reducción de utilidades.

La forma mecánica con secadores solares indirectos es otra alternativa, con mejores condiciones eliminando todo inconveniente no controlado por el secado al natural. Aquí el producto se encuentra exento a la exposición solar directa. Estos equipos poseen colectores solares que convierten los rayos solares en calor, cabina para la recepción de producto

a deshidratar, reflectores solares y para el control interior de la velocidad de aire una chimenea (Besora, n.d.). Con ello, lograríamos extender el tiempo de vida útil del producto, sin embargo, es necesario la estandarización del proceso a una temperatura adecuada de secado en estos equipos, de modo que conserve sus atributos sensoriales y nutricionales (Hernández-Díaz, 2013),

Diversas investigaciones se vienen realizando en métodos de secado, por ejemplo: Quintanar y Roa (2017) evaluaron térmica y financieramente la reducción de humedad de granos de café verde en un deshidratador solar tipo *invernadero*, Alanya (2018) deshidrataron a 46°C muestras de pulpas de café en un secador convectivo, Guevara-Sánchez et al. (2019) secaron granos de café en un equipo túnel tipo *invernadero*, Prada et al. (2019) desarrollaron un secador solar tipo *invernadero* con sistema de flujo de aire inducido por energía fotovoltaica también en San Martín y Torres-Valenzuela, et al. (2019) investigaron las condiciones de secado de pulpa de café, modelizaron la ecuación matemática y evaluaron el efecto en sus características fisicoquímicas.

Por todo lo expuesto, la investigación tiene como objetivo: determinar el efecto del método de secado de *tendal* (tradicional) con el método de secado solar autónomo del café de Pichanaki en sus calidad química y organoléptica del café de la variedad *catimor*.

2. METODOLOGÍA

Materia prima y lugar de ejecución

Los granos de café *pergamino* de la variedad *Catimor* fueron adquiridos de comerciantes de la provincia de Satipo (11°15'15" de latitud Sur y 74°38'17" de longitud Oeste), Departamento de Junín, Perú, está ubicado a 631 m.s.n.m. y es uno de los mayores productores de café. Su clima es tropical (temperatura promedio de 24,1°C), con la mayoría de los meses marcados por lluvias (precipitación promedio de 1652 mm). El secado de café y los análisis experimentales fueron llevados a cabo en los laboratorios de la Escuela Profesional Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP), Filial Tarma.

Método tradicional (tendal)

Se secaron 5 kg de granos café *pergamino* de la variedad *Catimor* expuestos directamente al sol,

tendidos en tolderas de primer uso y removidos suavemente cada 60 minutos con rastrillo de madera, evitando quitar la cáscara del grano, debido que perjudica la calidad del producto (Guevara-Sánchez et al., 2019). Las muestras fueron expuestas al sol de 8:00 a.m. a 5:00 p.m., guardadas durante la noche y ante la presencia de lluvias hasta alcanzar un porcentaje de humedad entre 10% a 12%.

Método de secado solar autónomo

Se secaron 15 kg de granos de café pergamino de la variedad Catimor en el secador solar autónomo indirecto (figura 1) a diferentes temperaturas de secado (30°C, 40°C y 50°C). Para ello, se fraccionaron cada 5 kg de granos de café por cada temperatura de secado. Las muestras fueron secadas hasta alcanzar un porcentaje de humedad entre 10% a 12%.

Secador solar autónomo indirecto

El secador solar autónomo indirecto, tiene por finalidad la optimización del proceso de secado de productos agropecuarios. Es un equipo conformado por tres elementos que están separados: el colector solar, la cabina de secado del producto y el sistema de control.

El colector solar cuenta con dos reflectores planos que son espejos planos y forman el sistema de captación térmica. Se encargan de capturar la radiación solar y transformarla en energía térmica (calor) mediante la conversión de la radiación solar incidente global en calor obtenida de los dos reflectores planos, este calor calienta el aire que se encuentra dentro del colector solar.

Figura 1

Secador solar autónomo indirecto de la Facultad de Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional del Centro del Perú – Filial Tarma



En la cabina de secado no incide la radiación solar, el aire caliente proveniente del colector solar pasa a la cabina de secado lugar donde se encuentra el producto, ello también, cuenta con sensores de temperatura, humedad, peso y 3 ventiladoras que funcionan con la tercera parte del sistema de control. La cabina de secado permite secar hasta 20 kg de producto y cuenta con un sistema de ventilación incorporado (3 ventiladores), sensores de humedad, peso, ambos monitoreados por medio de un display electrónico acoplado al secador. A través del display, un sistema permite manipular la temperatura en la cabina de secado, de acuerdo con la temperatura de secado requerida, para cada producto según las normas técnicas de calidad. Esta programación de temperatura tiene un rango de 20,0°C a 70,0°C. Todos estos sistemas funcionan a través de un panel fotovoltaico instalado en un lateral del secador Figura 2.

Figura 2

Parte posterior del secador solar autónomo indirecto de la Facultad de Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional del Centro del Perú – Filial Tarma



El sistema de control consta con energía almacenada en una batería proveniente de la energía fotovoltaica producida por el panel solar y para los controles cuenta con un tablero de control. Esta alternativa energética depende de la radiación solar para calentar el aire y dar electricidad solar a los controles por lo que se dice que es autónomo.

Para tener control del sistema, una placa del circuito de control fue diseñado e implementado mediante el software Proteus (Versión 8.9, Inglaterra).

Además, fueron instalados de sensores en la cabina de secado, en la chimenea y en el colector solar. Cuanta con un algoritmo que registra en tiempo real el peso del producto, la temperatura de cabina y humedad del producto en el display.

2.5 Calidad química de los granos de café secados por dos métodos:

Se determinó mediante el contenido de humedad por el método de capacitancia de acuerdo a la NTP-ISO 1446:2017 (IICA, 2010).

2.6 Calidad organoléptica

La evaluación de calidad organoléptica del café de la variedad Catimor, se realizó mediante catación con 3 especialistas certificados por Q-Grader. La metodología para la catación fue de acuerdo a la Asociación Americana de Café Especial (SCAA, 2015), haciendo uso de la ficha de catación de la SCAA, en el cual detalla los atributos a evaluar: acidez, sabor, cuerpo, sabor residual, fragancia/aroma, balance, uniformidad, taza limpia y dulzor con una escala de 0 a 10 puntos por atributo. Para ello, los granos de café fueron tostados a una temperatura de 185°C por un tiempo de 10 minutos considerando el nivel de tueste medio (color marrón) con valores de 55 a 65 Agtron y luego molidas. El café se preparó a una temperatura de 92°C, adicionado agua hervida a chorros vertiginosamente para una disolución completa del café molido, luego de un reposo de 5 minutos se separa la espuma como sobrenadante y se pasa a evaluar el aroma de las muestras y al cumplirse 10 minutos de reposo; se evalúan los demás atributos sin exceder un tiempo de evaluación de 30 a 45 minutos.

2.7 Análisis de datos

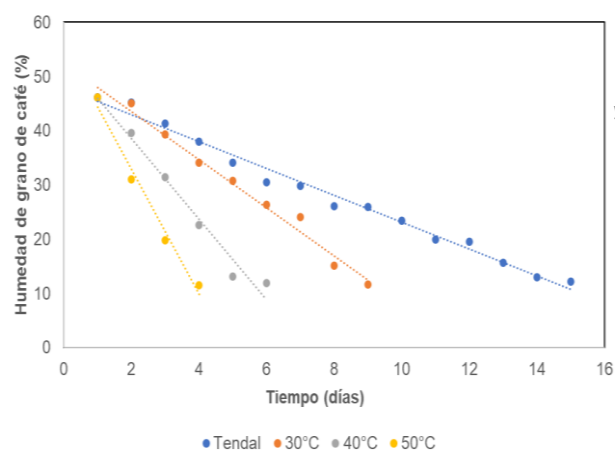
Los datos se reportaron de los valores promedios de 3 muestras y su respectivo \pm error estándar. Se realizó el análisis de varianza (ANOVA) con un valor- p de 0.05 y se evaluaron la diferencia de los valores promedios a través de un post-hoc de Tukey a través del software "SPSS V.25". También, se presentan gráficos con el uso de software como el Microsoft Excel 2019.

3. RESULTADOS

3.1 Tiempo de secado

Los granos de café de la variedad Catimor presentaron un contenido de humedad inicial de $46.170\% \pm 0.428$, los cuales al ser llevados a secado por los dos métodos, los resultados son expresados en la figura 3. Así, se observa las diferencias de tiempos de secado solar entre los tratamientos: método tradicional a temperatura ambiente y secador solar con el equipo autónomo indirecto a las temperaturas de 30°C, 40°C y 50°C.

Figura 3
Relación del tiempo de secado (días) vs la humedad del grano de café (%) secado por tendal (T° ambiente) y secado solar autónomo indirecto (T° 30°C, 40°C y 50°C)



Evidenciado que un secado con el equipo autónomo indirecto presenta menor tiempo de proceso a diferencia del método tradicional (tendal), asimismo que a mayor temperatura de secado menor será el tiempo para la obtención del producto deseado.

3.2 Calidad química

La calidad química del producto se determinó mediante el análisis de humedad, siendo un parámetro de control preponderante en los granos de café secados. Observándose en la tabla 1, que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos con un p -valor de 0.05 y todas se encuentran con porcentajes de humedad óptimos para su conservación.

Tabla 1

Análisis humedad de los granos de café de la variedad Catimor secados por dos métodos

Análisis	Secado tendal	Secador Solar Autónomo		
		T° ambiente	30°C	40°C
Humedad (%)	12.215 ^{ns} ±0.191	11.585 ^{ns} ±0.317	11.977 ^{ns} ±0.278	11.532 ^{ns} ±0.388

Nota: ns=no significativo, denota que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, valores promedio de 3 repeticiones ± error estándar.

Es así que, de la figura 3 y la tabla 1 podemos referir que, en un secado por el método tradicional en la provincia de Tarma, con fecha del 20 de abril al 24 de abril del año 2021; haciendo un total de 15 días de secado permite alcanzar un contenido de humedad de 12.215%. Para el caso de secado solar con el equipo autónomo indirecto, a una temperatura de 30°C se alcanza un contenido de humedad de 11.585% con 9 días de secado con fecha con fecha de evaluación del 20 de abril al 28 de abril del 2021, en caso de la temperatura de secado a 40°C se alcanzó un contenido de humedad de 11.977% haciendo un total de 6 días de secado; evaluadas en las fechas del 29 de abril al 04 de mayo del 2021 y a una temperatura de secado de 50°C se alcanzó un contenido de humedad del 11.532% con 4 días de secado, siendo realizadas del 11 al 14 de mayo del 2021.

3.3 Calidad organoléptica

La calidad organoléptica de los granos de café secados por dos métodos de la variedad Catimor en taza evaluadas por 3 catadores, los promedios y error estándar se presentan en la tabla 2.

Tabla 2

Análisis organoléptico de los granos de café secados por dos métodos de la variedad Catimor en taza

Tratamientos	Análisis organoléptico de café en taza			
	Fragancia	Sabor	Cuerpo	Acidez
Tendal	6.40 ^d ±0.10	6.96 ^{dc} ±0.14	6.92 ^d ±0.15	7.10 ^b ± 0,02
30°C	7.00 ^b ±0.15	6.93 ^d ± 0.11	7.25 ^b ±0.09	7.36 ^a ± 0,31
40°C	7.71 ^a ±0.08	7.47 ^a ±0.24	7.30 ^a ±0.03	7.40 ^a ±0.06
50°C	6.76 ^c ±0.07	6.89 ^{dc} ±0.04	7.23 ^c ±0.26	7.39 ^a ±0.08

Nota: Valores con diferentes letras dentro de cada columna denotan significancia en la post-hoc de Tukey test, valores promedio de 3 repeticiones ± error estándar.

De ello, se observa que para todos los atributos sensoriales (fragancia, sabor, cuerpo y acidez) existen diferencias significativas con un p-valor de 0.05 y el método de secado solar autónomo indirecto presenta mayores puntajes; siendo a la temperatura de 40°C la que conserva la mayor calidad y es evidente la reducción de la calidad el método de secado por tendal.

4. DISCUSIONES

En el Perú se estila el secado de los granos de café por el método tradicional (tendal), este proceso tiene por finalidad evitar el deterioro para extender el tiempo durante el almacenamiento y conservar la calidad nutricional, organoléptica e inocuidad (Ventura-Cruz et al., 2019). En la investigación, con el desarrollo de los 2 métodos de secado, se lograron alcanzar humedades entre 11.532% (secado a 50°C) a 12.215% (secado tendal) (tabla 1). Según Guevara-Sánchez et al. (2019) refieren que es recomendable secar el café hasta humedades del 10.5 al 12% y Puerta (2006) sostiene que a humedades superiores del 12.5% los granos de café están expuestos a deterioro tanto físico y microbiológico, asimismo afectará en la calidad de la bebida (Tolessa et al., 2018) de manera los granos de café obtenidos por ambos métodos de secado, estarían dentro de los parámetros que permiten almacenar y obtener un café de calidad y de acuerdo al SCAA (2015) dichos granos podrían ser exportados

por el cumplimiento de este parámetro considerado crítico para el control del café.

Con respecto al método de secado tradicional (tendal) Guevara-Sánchez et al. (2019) obtuvo una humedad promedio entre 13.8 y 14.2% en un tiempo de secado 9 a 14 días, valores inferiores a lo reportado en nuestra investigación, lo cual podría deberse al lugar donde se secaron las muestras, siendo estas en la región de San Martín cuya temperatura promedio es 24°C y altura sobre el nivel del mar son de 873 a 1430 m.s.n.m. (selva alta) diferente de la provincia de Tarma con temperatura promedio de 13°C a 18°C y 3050 m.s.n.m. (sierra), evidenciando así que las diferencias entre los ecosistemas influyen en el tiempo de secado.

Con respecto al método de secado solar con equipo autónomo indirecto Guevara-Sánchez et al. (2019) secó en un equipo túnel tipo invernadero, hallando tiempos de secado de 6 a 8 días con humedades de 11.1 a 11.4%; así también, Quintanar y Roa (2017) en la misma región estudiaron la eficiencia de un secador solar tipo invernadero en el que después de 5 días de secado los granos de café alcanzaron un 11% de humedad, al comparar con nuestros resultados; serían semejantes a lo reportado a las temperaturas de 40°C y 50° con tiempos de secado de 6 y 4 días respectivamente y al comparar las condiciones ecosistémicas, la eficiencia del secador solar autónomo indirecto sería mejor, lo cual podría deberse al diseño y materiales del equipo puesto que los colectores solares permiten una mejor captura de las radiaciones solares para su posterior conversión en calor dentro de la cabina de secado de material de acero inoxidable y que este equipo permite el control y permanencia de una temperatura constante de secado caso contrario a los invernaderos. Por otro lado, Prada et al. (2019) desarrollaron un secador solar tipo invernadero con sistema de flujo de aire inducido por energía fotovoltaica también en San Martín, con ello lograron un tiempo de secado de 5 días a 37.82°C y un contenido de humedad de 12.29%, así también, Barzola-Cárdenas et al. (2020) secaron la misma variedad de café "Catimor" en la provincia de Jaén, Cajamarca en un secador solar automatizado alimentado con energía fotovoltaica logrando alcanzar en 5 días un 12% de humedad a temperaturas de secado entre 40 y 50°C; resultados parecidos a lo obtenido en la investigación con ello, abriendo mayores opciones de uso para la mejora en el secado del café mediante la innovación tecnológica.

En referencia a la calidad organoléptica el café secado en tendal obtuvo menores puntuaciones tanto

en sabor, acidez, cuerpo y fragancia, resultados semejantes a lo reportado por Guevara-Sánchez et al. (2019) así como la preferencia de los catadores por el café secado mecánicamente, favorece en la conservación de sus atributos, ello podría deberse a que el café secado en tendal está expuesto a rehumidificación y Ventura-Cruz et al. (2019) señala que el café con humedad superior a 12% reduce su calidad por efecto de la actividad bioquímica expresadas en alteraciones del sabor.

En caso de variedades de café, el café robusta presenta 7.31 puntos en fragancia, sabor 7.23 puntos, acidez 7.27 puntos y cuerpo 7.23 puntos, valores semejantes al café secado a 40°C por método de secado solar autónomo evidenciando la preferencia de los catadores de taza de café y la conservación de la calidad del producto a consecuencia de que una materia prima que conserve su calidad química ofrece una taza de café de calidad organoléptica (Lindinger et al., 2008).

5. CONCLUSIONES

Una de las etapas aún no desarrolladas apropiadamente es el secado del café considerado etapa crítica en el procesamiento del producto y carente de innovación tecnológica en el Perú, se estila el desarrollo del proceso mediante tendales que deja a exposición de contaminantes, pérdidas de calidad nutricional, organolépticas, entre otros, reduciendo el tiempo de vida en anaquel. De modo que el secado solar automático indirecto evidencia resultados favorables para la conservación del producto con tiempos de secado menor a los del método de secado tradicional, logrando un café de la variedad Catimor aceptable para los catadores y con posibilidades de exportación por el contenido de humedad inferior al 12% en cumplimiento de las normativas. Así también, se evidencia que el secador solar autónomo indirecto es una gran alternativa de fácil manejo para el desarrollo económico de la población rural sin posibilidad de contaminar sus ecosistemas con el aprovechamiento de fuentes de energías renovables.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alanya, J. N. (2018). Evaluar el efecto de la temperatura y la velocidad de aire en el secado convectivo de pulpa de café, Lima-2018 (tesis de título profesional) Universidad César Vallejo, Lima. Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/27950>

- Arcila, J. Farfán, F., Moreno, M., Salazar, F. e Hincapie, E. (2007). Sistemas de café en Colombia: Establecimiento de café Chinchiná, Colombia. Cenicafé.
- Barzola-Cárdenas, A., Quiñones-Huatangari, L., Vásquez-Ochoa, B., Pérez-Guevara, I., & Díaz-Torres, M. (2020). Estimación de humedad de café pergamino utilizando un secador solar automatizado, mediante modelos matemáticos en Jaén-Perú. *Tecnia*, 30(1), 107–113. <https://doi.org/10.21754/tecnica.v30i1.824>
- Besora, J. (n.d.). Informe técnico para la construcción de un secador solar de café. Ingeniería sin fronteras. Obtenido de <https://esf-cat.org/wp-content/uploads/2017/04/Informe-t%C3%A9cnico-secador-solar-de-caf%C3%A9.pdf>
- Guevara-Sánchez, M., Bernales del Águila, C. I., Saavedra-Ramírez, J., & Owaki-López, J. J. (2019). Efecto de la altitud en la calidad del café (*Coffea arabica* L.): comparación entre secado mecánico y tradicional. *Scientia Agropecuaria*, 10(4), 505–510. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.07>
- Hernández-Díaz, W. N.; Hernández-Campos, F. J.; Vargas-Galarza, Z.; Rodríguez-Jimenes, G. C. y García-Alvarado, M. A. (2013). Optimización del secado de granos de café en un secador rotatorio. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 12 (2), 315-325.
- IICA. (2010). Protocolo de análisis de calidad del café. <http://repiica.iica.int/docs/B2063e/B2063e.pdf>
- Lindinger, C.; Labbe, D.; Pollien, P.; Rytz, A.; Juillerat, A.; Yeretjian, C.; Blank, I. (2008). When machine tastes coffee: instrumental approach to predict the sensory profile of espresso coffee. *Analytical Chemistry* 80. 1574-1581. <https://doi.org/10.1021/ac702196z>
- Prada, Á., Vela, C. P., Bardález, G., & Saavedra, J. (2019). Efectividad de un Proceso de Secado de Café usando Secadores Solares con Sistema de Flujo de Aire Continuo Impulsado por Energía Fotovoltaica, en la Región San Martín, Perú. *Informacion Tecnologica*, 30(6), 85–92. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000600085>
- Puerta, G.I. (2006). La humedad controlada del grano conserva la calidad del café. CENICAFE, Colombia. 8 pp.
- Quintanar, J. y Roa, R. (2017). Evaluación térmica y financiera del proceso de secado de grano de café en un secador solar activo tipo invernadero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8 (2), 321-331.
- Specialty Coffee Asociation. (2015). Evaluación Sensorial de Café. New York.
- Tolessa, K.; Duchateau, L.; Boeckx, P. (2018). Analysis of coffee quality along the value chain in Jimma zone, Ethiopia. *African Journal of Agricultural Research* 13(29): 1468-1475. <http://dx.doi.org/10.5897/AJAR2018.13118>
- Torres-Valenzuela, L., Martínez, K., Serna-Jimenez, J., & Hernández, M. (2018). Secado de Pulpa de Café: Condiciones de Proceso, Modelación Matemática y Efecto sobre Propiedades Fisicoquímicas. *Información Tecnológica*, 30(2), 189–200. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000200189>
- Ventura-Cruz, S.; Ramírez-Segura, O.; Flores- Alamo, N.; Ramírez-Gerardo, M.; Rodríguez- Ramirez, E. (2019). Optimización de un secador industrial de lecho vibrofluidizado, para secar café (*Coffea arabica* L.). *Revista mexicana de Ingeniería Química* 18(2): 501- 512. <http://dx.doi.org/10.5897/AJAR2018.13118>

EFFECTO DEL LAVADO, ESCARIFICACIÓN, TIEMPO DE REHIDRATACIÓN Y TIEMPO DE GERMINACIÓN EN EL CONTENIDO DE SAPONINA DE QUINUA (*chenopodium quinoa willd*) Y EN EL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN

EFFECT OF WASHING, SCARIFICATION, REHYDRATION TIME AND GERMINATION TIME ON THE SAPONIN CONTENT OF QUINOA (*chenopodium quinoa willd*) AND ON THE GERMINATION PERCENTAGE

Juan Federico Ramos Gómez^{a*}, Emilio Fredy Yábar Villanueva^a, Angela Margot Ccora Huamán^a,
Ángel Oscar Peña Rivera^a

^a Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias / Universidad Nacional del Centro del Perú

* Autor correspondiente: jramos@uncp.edu.pe

RESUMEN

Para la investigación se utilizó quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) de la variedad amarilla Maranganí. El objetivo fue determinar el efecto del método de desamargado, tiempo de rehidratación y tiempo de germinación como variables independientes en el contenido final de saponina y en el porcentaje de germinación de los granos de quinua como variables respuesta. Para la conducción del experimento se utilizó el DCA con arreglo factorial de 2 x 3 x 2. Los resultados indican que el lavado como método de desamargado genera una mayor germinación de granos frente al escarificado (82,49 % frente al 70 %), que un mayor tiempo de rehidratación genera una mayor proporción de germinación, al igual que un mayor tiempo de germinación favorece en una mayor proporción de granos germinados. De igual manera, el lavado se constituye en el método que permitió la reducción de la mayor proporción de saponina presente en la quinua ($92,26 \pm 0,35$ % frente a la escarificación con $50,08 \pm 0,72$ %).

Frases clave: Quinua, Germinación, Quinua germinada, Saponina quinua

ABSTRACT

Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) of the yellow variety Maranganí was used for the research. The objective was to determine the effect of the debittering method, rehydration time and germination time as independent variables on the final saponin content and on the germination percentage of quinoa grains as response variables. To conduct the experiment, DCA was used with a factorial arrangement of 2 x 3 x 2. The results indicate that washing as a debittering method generates greater grain germination compared to scarified (82,49 % compared to 70 %); which a longer rehydration time generates a higher germination rate, just as a longer germination time favors a higher proportion of germinated grains. Similarly, washing is the method that allowed the reduction of the highest proportion of saponin present in quinoa ($92,26 \pm 0,35$ % compared to scarification with $50,08 \pm 0,72$ %).

Key phrases: Quinoa, Germination, Germinated Quinoa, Quinoa saponin.

1. INTRODUCCIÓN

El nivel de utilidad que se le da a la quinua en el mundo culinario e industrial en todo el mundo se ha incrementado considerablemente en los cuatro últimos años. Ahora este cereal conforma la mezcla utilizada en la elaboración de panes, hamburguesas, pastas,

snacks, alimento para bebés, ensaladas, batidos, salsas, cremas, sopas, bases para desayuno, y otros, con el añadido que para hacerlo más atractivo se utilicen granos de colores diversos: rosados, negros, rojos, guindos, blancos, etc., que antaño no tenían mucha utilidad.

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) es un cultivo ancestral de los Andes de América del Sur. El alto valor nutritivo y energético de este cultivo lo hace muy adecuado como alimento (Sigstad & Prado, 1999). Poseen proteínas y lípidos de buena calidad biológica, alto contenido de fibra dietética, minerales, vitaminas y compuestos bioactivos (Mir, Riar, & Singh, 2018).

Mäkinen, Hager & Arendt (2014), utilizaron 2 g de quinua que embebieron con 6 mL de agua destilada, luego utilizaron placas Petri sobre dos capas de papel de filtro para germinación en oscuridad a 15 °C. Informan, además, que la mayoría de las semillas completaron la germinación (definida como ruptura del endospermo) entre 6 y 10 horas después de la imbibición.

Hinostroza (2020), informa que con 10 h de rehidratación y 25 °C de temperatura logró una germinación del 80,41 % de semillas de quinua blanca (variedad Huancayo); 62,68 % en la roja (variedad Pasankalla) y 90,95 % de la negra (variedad negra collana).

Leguía (2018), germinó quinua con humedad en grano de 43 % a 45 %, empacados en gasa a temperatura de 35 °C por periodos de 48 h, determinando 95 % de germinación para la variedad Salcedo INIA, 90% para Pasankalla y 98% para Negra Collana.

Valencia (2015), obtuvo una germinación de 98,9 % de semillas al cabo de 24 horas para quinua variedad negra collana desinfectada y de 75 % para granos no desinfectados. El tratamiento previo fue la rehidratación en agua a temperatura ambiente (23 °C) por un tiempo de 4 h, y germinación a temperatura de 30 °C por 24 h y 83 % de HR. El contenido final de saponina de la quinua con 6 lavados sucesivos fue menor a 0,1 %.

Entre otros procesos tecnológicos, la germinación ha sido ampliamente utilizada en la eliminación o disminución de factores antinutricionales presentes en leguminosas y cereales. Una creciente preocupación por la alimentación y la salud ha llevado al desarrollo de técnicas de procesamiento de alimentos más saludables, como la germinación, con el objetivo de mejorar los alimentos funcionales sin comprometer la seguridad alimentaria (Obaroakpo, Lu, Shuwen, Jing, Cai, Jiaping, Xiaoyang, & Min, 2019).

Jiménez, Miraballes, Gámbaro, Lobo, & Samman, (2019) con granos de quinua lavados y luego rehidratados en agua del grifo por 6 h, a temperatura

ambiente y luego germinados cubriéndolos con papel filtro húmedo a temperatura de 22-24 °C, con 80-90 % HR, en oscuridad, por tiempos de 24 y 48 h obtuvieron un nivel de germinación de 87,1 %.

Bois, Winkel, Lhomme, Raffailac, & Rocheteau (2019), determinaron una germinación del 100 % para el cultivar Surumi a temperatura de 20 °C por tiempo de 10 h y de 65 % con temperatura de 2 °C. Antes de la germinación los granos fueron desinfectados con uso de alcohol 70 % v/v.

Lalaleo, Hidalgo, Valle, Calero-Cáceres, Lamuela-Raventós, & Becerra-Martínez (2020), reportaron los resultados siguientes para el contenido de saponinas totales (TSC), el ecotipo CQE_02 presentó menor TSC luego de aplicarse los tratamientos C (control), W (quinua lavada hasta eliminar toda la espuma, Ck (semilla cocida sin lavar cocida por 15 minutos) y Wck (semilla lavada como en W y cocida como CK) con valores inferiores a 2 mg diosgenina/g peso seco y sin diferencias significativas. Tanto para el ecotipo CQE_01 como para el CQE_03, el perfilado fue similar para las mismas condiciones mencionadas anteriormente, con valores máximos de 4,2 mg/gDW \pm 0,60 y 5,3 \pm 0,87 mg/g DW, respectivamente. La condición de lavado fue considerable para el contenido de saponinas en los ecotipos CQE_01 y CQE_03, con una reducción máxima de unas **2,9 veces** con respecto a las condiciones control (C); sin embargo, para el ecotipo CQE_02, no hubo cambios significativos en TSC. Los porcentajes iniciales de saponinas para CQE_01, CQE_02 y CQE_03 fueron 0,423, 0,17 y 0,416 %, con valores inferiores de 0,15, 0,12 y 0,14 %, respectivamente cuando se lavaron. La cantidad de TSC en los brotes G (semillas lavadas como W germinadas por 3 días a 10 °C por 24 h con brotes de 4,0 cm) se redujo 2,5 veces en CQE_01, mientras que aumentó 1,8 veces en CQE_02, pero sin cambios para CQE_03 en relación a C. Durante el desarrollo de las semillas germinadas, las cantidades de TSC en los brotes aumentaron rápidamente en los ecotipos CQE_02 y CQE_03, con valores 2,3 y 3,3 veces respectivamente durante los tres días de germinación en relación a W.

Materia prima

Para el experimento se usó semillas de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) variedad amarilla Maranganí, correspondiente a la cosecha 2021, adquirida en cantidad suficiente de INIA Los Andenes del Cusco. La elección de esta variedad fue por el alto contenido de saponina que posee.

2. PROCEDIMIENTO

Los granos de quinua fueron separados en dos lotes mayores. El primero fue sometido a desaponificación por escarificación, en un equipo escarificador con velocidad de giro en el elemento raspador de 650 RPM, por tiempo de 5 minutos. Mientras el lote 2 fue lavado con agua en proporción 1 quinua/3 agua, a 600 RPM de velocidad de agitación por tiempo de 15 minutos, con un enjuagado en las mismas condiciones.

Antes del desamargado se tomaron muestras de la quinua para determinar el contenido inicial de saponina. El método usado para este fin fue el afrosimétrico, propuesto por Koziol (1990).

La preparación de los granos antes de la germinación consistió en lo siguiente: Escarificado o lavado de semillas de quinua con fines de desaponificación, seguido de una rehidratación por tiempos de 5; 10 y 15 h. La germinación se llevó a cabo en bandejas con 200 semillas de quinua acomodadas sobre gasas húmedas, a una temperatura de 25 °C y humedad relativa de 85 a 90 %, por tiempos de 24 y 48 horas, al cabo de los cuales, se hizo el conteo de granos germinados y no germinados. Posteriormente, los granos fueron secados con aire a temperatura de 50 °C, con velocidad de 2,0 m/s, por tiempo suficiente para alcanzar una humedad final del 10 %.

Los equipos utilizados para la conducción del experimento fueron los siguientes: Estufa para germinación marca Memmert-UN75, deshidratador de cabina con control de temperatura y velocidad de aire, agitador vortex mixer Vel Scientific, balanza analítica Ohaus-PA224.

Para la determinación de saponina se utilizó agua bidestilada. Los instrumentos de vidrio necesarios fueron: tubos de prueba 160 mm x 16 mm, regla micrograduada con escala de 0,5 mm.

Diseño estadístico

Para la conducción de la investigación se utilizó el diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial del tipo 2 x 2 x 3, que tiene el siguiente modelo aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + E$$

Donde:

μ : Media general

Y_{ijk} : Contenido de saponina remanente y porcentaje de germinación de las semillas de quinua.

A_i : Método de desamargado (escarificación o lavado)

B_j : Tiempo de rehidratación (5; 10 y 15 h)

C_k : Tiempo de germinación (24 y 48 h)

$(AB)_{ij}$; $(AC)_{ik}$; $(BC)_{jk}$: Interacciones de dos factores principales A, B y C.

$(ABC)_{ijk}$: Interacción de tres factores principales A, B y C.

E_{ijk} : Error experimental.

3. RESULTADOS

El contenido de saponina determinado en los granos enteros de quinua variedad amarilla Maranganí fue de 1,1 %. La cantidad de saponina remanente luego de aplicados los tratamientos de experimento se muestran en la tabla 1. La proporción de saponina eliminada se presenta en la tabla 2.

Tabla 1: Contenido de saponina remanente en granos de quinua sometidos a tratamientos

Tiempo de rehidratación	Desamargado			
	Lavado		Escarificado	
	Tiempo de germinación			
	24 h	48 h	24 h	48 h
5 h	0,0840	0,084	0,54	0,55
	0,0845	0,085	0,55	0,54
10 h	0,085	0,084	0,55	0,56
	0,083	0,083	0,54	0,55
15 h	0,086	0,084	0,55	0,54
	0,085	0,083	0,56	0,56

Tabla 2: Porcentaje de saponina eliminada en granos de quinua sometidos a tratamientos

Tiempo de rehidratación	Desamargado			
	Lavado		Escarificado	
	Tiempo de germinación			
	24 h	48 h	24 h	48 h
5 h	92,36	92,36	50,91	50,00
	92,32	92,27	50,00	50,91
10 h	92,27	92,36	50,00	49,09
	92,45	92,45	50,91	50,00
15 h	91,18	92,36	50,00	50,91
	92,27	92,45	49,09	49,09

La tabla 1 muestra que el desamargado por lavado en general alcanzó niveles inferiores a 0,12 % considerado como umbral detectable por Soto, Kuramoto, Seleme, Calderón, y Castellares (2010), por lo que se puede afirmar que estas semillas están exentas del sabor amargo que la saponina le confiere a la quinua, mientras que el escarificado muestra valores superiores a 0,5 %, lo que indica que la quinua aún se mantiene amarga. En la tabla 2 se observa que la proporción de eliminación de saponina por lavado es superior al 90 %, mientras que por escarificación apenas supera el 50 %.

En la tabla 3 se resume el porcentaje de germinación de los granos de quinua sometidos a los tratamientos diseñados.

Tabla 3: Porcentaje de germinación de los granos de quinua sometidos a tratamientos

Tiempo de rehidratación	Desamargado			
	Lavado		Escarificado	
	Tiempo de germinación			
	24 h	48 h	24 h	48 h
5 h	71,40	81,30	58,50	65,60
	71,00	81,60	57,60	66,30
10 h	80,32	89,40	67,50	78,40
	81,15	90,10	66,70	78,60
15 h	81,25	90,30	70,40	79,60
	81,40	90,60	71,20	79,90

De la tabla 3 se desprende que el porcentaje de germinación guarda una relación directa en función del tiempo de germinación (en promedio 71,54 % para 24 h y 80,98 % para 48 h), como del tiempo de rehidratación (en promedio 69 % para 5 h, 79 % para 10 h y 80,6 % para 15 h), tanto para granos lavados como para los escarificados. Es notoria también la diferencia de la proporción de granos germinados, siendo mayores cuando los granos son desaponificados por lavado (en promedio 82,49 %) y menores cuando los granos se desamargan por escarificación (en promedio 70 %).

El análisis estadístico aplicado a los datos de la tabla 3, es resumido en la tabla 4. La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, para el porcentaje de germinación de los granos de quinua sometidos a tratamientos nos arroja un valor de significación de 0,14; mayor al nivel de significación de 0,05; claro indicador que los datos tienen una distribución normal.

Tabla 4: ANVA Porcentaje de germinación de los granos de quinua sometidos a tratamientos

Factor de variabilidad	SC	GL	Cuadrado medio	F	Valor P
A	931,510	1	931,51	5258,56	0,000
B	613,377	2	306,69	1731,32	0,000
C	534,682	1	534,68	3018,38	0,000
A*B	13,784	2	6,89	38,91	0,000
A*C	0,003	1	0,003	0,018	0,894
B*C	1,769	2	0,884	4,99	0,026
A*B*C	5,617	2	2,809	15,86	0,000
Error	2,126	12	0,177		
Total	2102,867	23			

El ANVA nos muestra que los diferentes niveles de factor de los tres factores principales generan diferencias significativas importantes en la proporción de germinación ($P < 0,05$). Este mismo comportamiento se tiene para los tratamientos de las interacciones A*B; B*C y A*B*C, mas no para la interacción A*C ($P > 0,05$).

La prueba de comparación múltiple de medias (PCMM) de Tukey, para el porcentaje de germinación en función del tiempo de rehidratación mostrado en la tabla 5, nos indica que el mayor porcentaje de germinación se produce con 15 h de rehidratación ($80,58 \pm 7,46$ %), seguido por 10 h ($79,021 \pm 8,63$ %),

finalmente 5 h ($69,162 \pm 9,09$ %), existiendo diferencias significativas entre ellas.

Tabla 5: PCMM Tukey para el porcentaje de germinación de los granos de quinua en función del tiempo de rehidratación

Tiempo de rehidratación	N	Subset		
		1	2	3
5 h	8	69,16		
10 h	8		79,02	
15 h	8			80,58
Sig.		1,00	1,00	1,00

Para el tipo de desamargado, con el lavado se logra germinar en promedio hasta el $82,5 \pm 6,73$ % de granos de quinua y con el escarificado solo $70,03 \pm 7,82$ %, existiendo diferencias significativas entre estos dos valores.

En relación al tiempo de germinación, se tiene que con 48 horas de tiempo se logra germinar el $80,98 \pm 8,53$ % de las semillas de quinua mientras que con 24 h $71,54 \pm 8,35$ %.

El ANVA para el porcentaje de saponina eliminada en granos de quinua sometidos a tratamientos se muestra en la tabla 6.

Tabla 6: ANVA Porcentaje de eliminación de saponina de los granos de quinua

Factor de variabilidad	SC	GL	Cuadrado medio	F	Valor P
A	10676,2	1	10676,2	29453,9	0,000
B	0,900	2	0,450	1,242	0,324
C	0,010	1	0,010	0,028	0,871
A*B	0,296	2	0,148	0,409	0,673
A*C	0,222	1	0,222	0,613	0,449
B*C	1,009	2	0,504	1,391	0,286
A*B*C	0,259	2	0,130	0,358	0,707
Error	4,350	12	0,362		
Total	10683,23	23			

El único factor que genera efectos significativos en la reducción del contenido de saponina en los granos de quinua es el tipo de desamargado: lavado y

escarificación ($P < 0,05$), todos los demás factores afectan de manera similar en la variable respuesta. El lavado genera una reducción del $92,26 \pm 0,35$ % de saponina mientras la escarificación el $50,08 \pm 0,72$ %.

4. DISCUSIONES

El contenido de saponina en los granos de quinua de la variedad amarilla Maranganí, usados en la investigación fue de 1,1 %, cantidad que permite clasificarla como semilla amarga, al igual que a las variedades amarilla Sacaca (7 %), Quillahuamán INIA (3%), Kankolla, blanca de Junín (Apaza, 2013), Real rosada de Bolivia (Quiroga y Escalera, 2010).

La mayor germinación generada por el lavado en el orden del 82,49 % frente al 70 % para el escarificado, se debe fundamentalmente a dos aspectos, el primero relacionado a una mayor rehidratación producida por el lavado que como método utiliza agua para el desamargado, por tanto, las semillas estuvieron expuestas por más tiempo a la presencia del agua (lavado + rehidratación), en cambio los granos escarificados solo se expusieron al agua durante la rehidratación. El segundo relacionado con el daño mecánico generado a una proporción de las semillas de quinua durante el escarificado, que en algunos casos liberó al germen o embrión de los granos que justamente se encuentran debajo del pericarpio, donde también está el epismermo, que principalmente contiene la saponina, entonces existen granos de quinua dañados que no llegan a germinar por haber perdido esta capacidad.

El mayor tiempo de rehidratación generó una mayor ganancia de humedad (agua), que a su vez reblandeció más la estructura general del grano, en especial del epispermo, que al parecer facilitó la emergencia del germen, que es cuando la radícula sobresale a través de la cubierta de la semilla. Esta tendencia es evidenciada por los trabajos desarrollados por Lequía (2018) que germinó quinua con humedad del 45 %, habiendo logrado la germinación del 98 % de granos de la variedad negra collana, Valencia (2015), que germinó el 75 % de granos no desinfectados sometidos a 6 lavados sucesivos en agua, Jiménez, Miraballes, Gámbaro Lobo & Samman (2019), que, con rehidratación por 6 h con agua de grifo, logró la germinación del 87,1 % de semillas.

1 931,510 5258,557 ,000

La información de la tabla 4, muestra que el tiempo de rehidratación afecta significativamente en la proporción de germinación de semillas de quinua. La PCMM mostrada en la tabla 5 nos indica que a mayor tiempo de rehidratación se produce un mayor

porcentaje de germinación (15 h de rehidratación genera $80,58 \pm 7,46$ % de germinación, mientras 5 h $69,162 \pm 9,09$ % de germinación. Este comportamiento es avalado por el estudio desarrollado por Hinostrza (2010), que con 10 h de rehidratación logró germinar el 80,41 % de semillas de quinua variedad Huancayo; 62,68 % en la variedad Pasankalla y 90,95 % de la variedad negra collana, observando que las variedades Huancayo y negra collana se humedecen más fácilmente, mientras la variedad pasankalla más difícilmente por poseer un pericarpio con características serosas.

El tiempo de germinación, acorde a la información de la tabla 4, también tiene efectos significativamente diferentes en el porcentaje de germinación, se tiene que a las 48 horas de tiempo se logra germinar el $80,98 \pm 8,53$ % de las semillas de quinua mientras que con 24 h $71,54 \pm 8,35$ %, aquí se puede evidenciar que existe una relación directa entre el tiempo de germinación y la proporción de semillas germinadas. Resultados muy similares a los obtenidos por Mäkinen, Hager & Arendt (2014), que completaron la germinación de la mayoría de los granos de quinua entre las 6 a 10 h. Legúía (2018), que logró la germinación del 95 % para la variedad Salcedo INIA, 90% para Pasankalla y 98% para Negra Collana en un tiempo de 48 h. Valencia (2015), que obtuvo la germinación del 98,9 % de semillas al cabo de 24 horas para quinua variedad negra collana desinfectada y de 75 % para granos no desinfectados.

La interacción lavado*tiempo de rehidratación (A*B) en la tabla 4, muestra diferencias significativas en el efecto generado por cada uno de los tratamientos, siendo que la combinación lavado*15 h genera el mayor porcentaje de germinación $85,88 \pm 0,21$ %; seguido de lavado*10 h $85,245 \pm 0,21$ %, no existiendo diferencias en el efecto generado por estos dos tratamientos. El peor efecto lo genera escarificado*5h con $62,0 \pm 0,21$ %.

La interacción tiempo de rehidratación*tiempo de germinación (B*C), de la tabla 4, nos evidencia que los efectos generados por los diferentes tratamientos son diferentes. Siendo que con 15 h de rehidratación*48 h de germinación produce la germinación del $85,10 \pm 0,21$ % de semillas, seguido por 10 h*48 h con $84,125 \pm 0,21$ % de emergencia. El peor tratamiento es dado por 5 h*24 h con $64,625 \pm 0,21$ % de germinación. Aquí, los máximos tiempos en la rehidratación y germinación probadas aseguraron el mayor porcentaje de germinación, mientras los

mínimos tiempos de rehidratación y germinación generaron los peores resultados.

En relación a la interacción de los tres factores principales A*B*C, que también muestran efectos significativamente diferentes ($P < 0,05$), el tratamiento lavado*15*h*48h generó el mejor efecto para la germinación con $90,45 \pm 0,21$ %; seguido por lavado*10h*48 h con $89,75 \pm 0,49$ %. El peor tratamiento lo dio escarificado*5 h*24 h, con $58,05 \pm 0,64$ %.

De la tabla 6, se deduce que el único factor que genera efectos significativos en el porcentaje de eliminación de saponina en los granos de quinua es A (tipo de desamargado), donde $P < 0,05$; siendo que el lavado genera una reducción del $92,26 \pm 0,35$ % de saponina mientras la escarificación el $50,08 \pm 0,72$ %. En estas condiciones el lavado permitió que el contenido de saponina en los granos de quinua sea imperceptible por las papilas gustativas del hombre (debajo del umbral del 0,12 % de saponina considerado por la Norma Técnica de la CAN), mientras el contenido remanente de saponina logrado por escarificación se encontraba muy por encima de este valor (0,12 %), por tanto, claramente perceptible por las papilas gustativas, catalogándolas como amargas aún.

5. CONCLUSIONES

- La mayor germinación es generada por el lavado como método de desamargado, en el orden del 82,49 % frente al 70 % para el escarificado
- A mayor tiempo de rehidratación se produce un mayor porcentaje de germinación (15 h de rehidratación genera $80,58 \pm 7,46$ % de germinación, mientras 5 h $69,162 \pm 9,09$ % de germinación.
- A mayor tiempo de germinación se logra germinar mayor proporción de semillas de quinua $80,98 \pm 8,53$ % a las 48 h frente a $71,54 \pm 8,35$ % a las 24 h.
- La mayor reducción de saponina se produce utilizando el lavado como método de desamargado con $92,26 \pm 0,35$ % frente a la escarificación con $50,08 \pm 0,72$ %.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apaza, V., Cáceres, G., Estrada, R., Pinedo, R. (2013). Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).
- Quiroga, C., y Escalera, R. (2010). Evaluación de la calidad nutricional y morfología del grano de variedades amargas de quinua beneficiadas en seco, mediante el novedoso empleo de un reactor de lecho fluidizado de tipo surtidor. *Investigación & Desarrollo*, No. 10, Vol. 1: 49 – 62.
- Sigstad, E. & Prado, F. (1999) *Thermochim. Acta* 326 159.
- Mir, N., Riar, C., & Singh, S. (2018). Nutritional constituents of pseudo cereals and their potential use in food systems: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 75, 170-180.
- Mäkinen, O., Hager, A. & Arendt, E. (2014). Localisation and development of proteolytic activities in quinoa (*Chenopodium quinoa*) seeds during germination and early seedling growth. *Journal of Cereal Science*, doi: 10.1016/j.jcs.2014.08.009.
- Leguía, S. (2018). Compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y contenido proteico de tres variedades de quinua germinada (*Chenopodium quinoa Willd*). Tesis Universidad Nacional José María Arguedas.
- Valencia, P. (2015). Evaluación tecnológica de la germinación y clarificación de las bebidas tradicionales fermentadas y pasteurizadas de maíz morado (*zea mays*) y quinua (*chenopodium quinoa*) variedad inia 420 negra collana. Tesis: Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.
- Obaroakpo, J., Lu, L., Shuwen, Z., Jing, L., Cai, Z., Jiaping, L., Xiaoyang, P., Min, Z. (2019). Antioxidant capacity of germinated quinoa-based yoghurt and concomitant effect of sprouting on its functional properties. *Food Science and technology*, 116, 108592.
- Jiménez, D., Miraballes, M., Gámbaro, A., Lobo, M., & Samman, N. (2019). Baby purees elaborated with andean crops. Influence of germination and oils in physico-chemical and sensory characteristics. *LWT - Food Science and Technology* (2019), doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108901>.
- Bois, J., Winkel, T., Lhomme, J., Raffaillac, J., Rocheteau, A. (2006). Response of some Andean cultivars of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) to temperature: Effects on germination, phenology, growth and freezing. *Europ. J. Agronomy*, 25, 299–308.
- Lalaleo, L., Hidalgo, D., Valle, M., Calero-Cáceres, W., Lamuela-Raventóse, R., & Becerra-Martínez, E. (2020). Differentiating, evaluating, and classifying three quinoa ecotypes by washing, cooking and germination treatments, using 1 H NMR-based metabolomic approach. *Food Chemistry*, 331, 127351.
- Koziol, M. (1990). Método para determinar saponinas en quinua. En: *Quinua hacia un cultivo comercial*. C. Whali (ed.). LATINRECO S.A. Quito, Ecuador. pp. 175-185.
- Hinostroza, B. (2020). Efecto de la germinación de quinua y kiwicha en el contenido de fenólicos totales, betalainas, vitamina C y actividad antioxidante. Tesis: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Soto, J., Kuramoto, C., Seleme, J., Calderón, R., Castellares, C. (2010). Normas Andinas para quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) y productos procesados (hojuelas y harina). Comité Técnico 3.12 Cereales Quinua IBNORCA-NOREXPORT. Bolivia.

AISLAMIENTO Y USO DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS NATIVAS EN LA ELABORACIÓN DE TOCOSH EN CONDICIONES NATURALES Y CONTROLADAS

ISOLATION AND USE OF NATIVE LACTIC ACID BACTERIA IN THE TOCOSH ELABORATION UNDER NATURAL AND CONTROLLED CONDITIONS

Vilma Julia Reyes De La Cruz^{a*}, Emilio Fredy Yábar Villanueva^a

^aFacultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP),

Huancayo-Perú

*Autor corresponsal: vreyes@uncp.edu.pe

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la adición de cultivos iniciadores aisladas del tocosh tradicional en las características fisicoquímicas del tocosh elaborado en condiciones controladas. Para ello se ha utilizado bacterias liofilizadas aisladas del tocosh tradicional como starters en la fermentación de la papa variedad Hualash para producir tocosh en dos condiciones controladas a nivel de laboratorio, la primera en forma tradicional (papa + agua + starter) y la segunda en forma desodorizada (papa + agua + fosfato + glucosa + starter); para ambas condiciones se ha utilizado 1 g, 2 g y 3 g de starter por Kg de papa. Se ha logrado disminuir el tiempo de fermentación hasta 20 días con 2 g de starter al tocosh tradicional y 1 g de starter al tocosh desodorizado lográndose obtener tocosh con $7.719 \pm 0.010 \log \text{ ufc g}^{-1}$ de bacterias ácido lácticas (BAL) y de similares características fisicoquímicas que el tocosh tradicional y el tocosh desodorizado elaborado en el laboratorio por 30 días. La producción de tocosh en condiciones higiénicas controladas en laboratorio y en un tiempo corto ayudarían a los consumidores a tener un alimento funcional e inocuo.

Palabras clave: starters, tocosh tradicional, tocosh desodorizado, fermentación-putrefacción de papa, papa variedad Hualash

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of adding starters isolated from traditional tocosh on the physicochemical characteristics of tocosh fermented under controlled conditions. Freeze-dried bacteria isolated from traditional tocosh have been used as starters in the fermentation of Hualash variety potato to produce tocosh in two controlled conditions at the laboratory level, the first in a traditional way (potato + water + starter) and the second in deodorized way (potato + water + phosphate + glucose + starter); 1 g, 2 g and 3g of starter per Kg of potatoes have been used for these conditions. The fermentation time has been reduced to 20 days with 2 g of traditional tocosh starter and 1 g of deodorized tocosh starter and also tocosh, with $7.719 \pm 0.010 \log \text{ cfu g}^{-1}$ of lactic acid bacteria (LAB) and similar physicochemical characteristics of traditional tocosh and deodorized tocosh fermented in the laboratory for 30 days, has been obtained. The controlled hygienic condition tocosh in in the laboratory would help consumers to have a functional and safe food.

Keywords: starters, traditional tocosh, deodorized tocosh, potato fermentation-putrefaction, Hualash variety potato

1. INTRODUCCIÓN

El tocosh es producto de un proceso de fermentación-putrefacción, durante el cual ocurren cambios fisicoquímicos y desarrollan diversas bacterias y hongos, propios de la papa y del suelo donde se procesan (Yabar y Reyes, 2017).

También se han identificado especies de BAL y microorganismos patógenos; por lo tanto, es necesario mejorar los procesos artesanales mediante la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura y el uso de microorganismos benéficos con actividad amilolítica (Chiquiza-Montaña et al., 2016). De manera general, los procesos tradicionales deben ser mejorados tanto en su proceso, condiciones higiénicas y comercialización.

El proceso de producción artesanal está expuesto a diferentes condiciones ambientales, es un proceso no controlado, la fermentación genera una variedad de BAL y microorganismos patógenos; por lo tanto, es necesario mejorar los procesos artesanales mediante la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura y el uso de microorganismos benéficos con actividad amilolítica (Chiquiza-Montaña et al., 2016). De manera general, los procesos tradicionales deben ser mejorados tanto en su proceso, condiciones higiénicas y comercialización.

Por otro lado, las cepas de BAL son excelentes probióticos y mostraron capacidades significativas ($P < 0,005$) de autoagregación y coagregación con una actividad inhibidora de la α -glucosidasa que oscilaba entre el 12,5 y el 92,0 %; la prueba de susceptibilidad antibiótica reportó 100,00% de resistencia a múltiples antibióticos, demostrando ser microorganismos vivos que, cuando se administran en cantidades adecuadas, confieren un beneficio para la salud del huésped (Hill et al., 2014).

El ácido láctico es el principal producto de la glucosa en las BAL homofermentativas (*Streptococcus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Pediococcus* y algunas especies de *Lactobacillus*) formadas a través de la vía Embden-Meyerhof (EM) que produce 2 mol de piruvato/mol de glucosa el cual se reduce a 2 mol de ácido láctico en una reacción catalizada por lactato deshidrogenasa (Figura 1 A); las cepas heterofermentativas (*Leuconostoc*, géneros *Weissella* y ciertas especies de *Lactobacillus*) también producen etanol/acetato y CO₂ (1 mol/mol de azúcar) además de lactato (1 mol) a través de la vía de la fosfocetolasa (Figura 1B) (Hatti-Kaul et al., 2018).

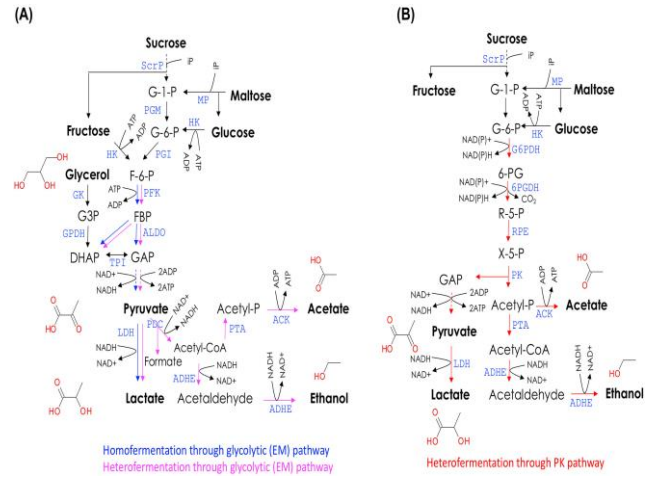


Figura 1. (A) Vía Embden-Meyerhof (glucolítica) que muestra el metabolismo en condiciones de fermentación estándar. (B) Vía de la fosfocetolasa (PK) que muestra el metabolismo en condiciones de fermentación estándar (Hatti-Kaul et al., 2018).

Cuando se usan con regularidad, alimentos fermentados con LAB, estimulan el sistema inmunológico y fortalecen la lucha contra las infecciones bacterianas patógenas; las bacteriocinas producidas por LAB pueden convertirse en un candidato potencial como biopreservante (Admassie, 2018).

Los productos espontáneamente fermentados representan una fuente de BAL con posibles propiedades funcionales y tecnológicas interesantes, el uso de cultivos iniciadores tiene un impacto crítico en los atributos nutricionales, funcionales y sensoriales (Bartkiene et al., 2017).

Los cultivos iniciadores, en su mayoría son una mezcla de microorganismos, utilizados para aprovechar los productos de su metabolismo, reducen el tiempo de fermentación y mejoran las características sensoriales, se considera que el uso de microorganismos nativos, procedentes de los procesos tradicionales son favorables por su adaptabilidad (Cobo-monterroza et al., 2019). Se ha venido estudiando el tocosh, aislamiento y liofilización de las bacterias acidolácticas (Fernandez y Paucar, 2020), la disminución del olor desagradable (Aquino, 2019) y trabajos desarrollados como tesis. El objetivo fue evaluar el efecto de la adición de cultivos iniciadores (starters), aisladas del tocosh tradicional, en el tiempo de fermentación y las principales características fisicoquímicas durante la elaboración de tocosh en condiciones naturales y controladas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Aislamiento y Liofilización de BAL del género *Lactobacillus spp*

Las diluciones de tocosh se sembraron en la superficie de agar MRS y se incubaron a 37 °C; las BAL se verificaron mediante tinción Gram, prueba de catalasa y oxidasa (Díaz et al., 2003). Seguidamente se aislaron en caldo MRS, para lo cual se incubaron durante 24h a 37°C; inoculándose por segunda vez 1 mL del cultivo anterior en caldo MRS fresco e incubándose por 24h en las mismas condiciones. Los cultivos obtenidos se concentraron a 4000 rpm, por 15 min, los sobrenadantes fueron reemplazados por el agente crioprotector maltodextrina al 5% (Fernandez y Paucar, 2020) Las muestras se congelaron en placas Petri debidamente cerradas con papel de aluminio, por 5 h a una temperatura de -20°C (Grauer et al., 2015) , luego se liofilizaron a una temperatura de -40 °C, presión de vacío de 0,1 a 0,3 mmHg durante 18 horas (Castañeda, 2015). Las muestras obtenidas fueron conservadas en frascos ámbar y a una temperatura de 4 °C.

Preparación de la muestra

La papa de la variedad Hualash fueron adquiridos en el anexo de Villa Retama, distrito de Shunqui, provincia Dos De Mayo del departamento de Huánuco. Las papas Hualash, fueron lavadas y puesto en un recipiente con agua (1:2) (papa: agua) para su fermentación-putrefacción durante aproximadamente 20 días a temperatura ambiente (Aquino, 2019). Se usó las BAL liofilizadas según Cobo-monterroza et al. (2019) en dos condiciones controladas:

- Preparación de tocosh tradicional con starter (Papa + agua) + cultivo iniciador liofilizado (1g, 2g y 3g por Kg papa)
- Preparación de tocosh desodorizado con starter (Papa + agua + tratamiento (glucosa 0.0025g/100mL + fosfato de amonio 0,15 g/100mL) + cultivo iniciador liofilizado (1g, 2g y 3g por Kg papa).

Recuento de BAL durante la fermentación

Método de recuento en placa en base a diluciones (hasta 6 diluciones) con Agar MRS Man, Rogosa y Sharpe) (Hurtado, 2017). expresados en log de UFC por gramo de materia seca (Rodríguez, 2007).

Determinación de pH

Método potenciométrico propuesto por AOAC (Mentafji, 2005)

Determinación de Acidez titulable

Método por titulación propuesto por AOAC (Mentafji, 2005)

Pruebas bioquímicas para *Lactobacillus spp* propuesto por Rodríguez (2007).

Análisis estadístico

ANOVA de dos vías mediante el software R-4.1.0 para Windows, Rstudio Desktop 1.4.1717, seguido de pruebas de comparación múltiple (Tukey HSD) para identificar las diferencias entre grupos, con un nivel de significancia $p < 0,05$.

La Figura 2, muestra el diseño experimental ejecutado.

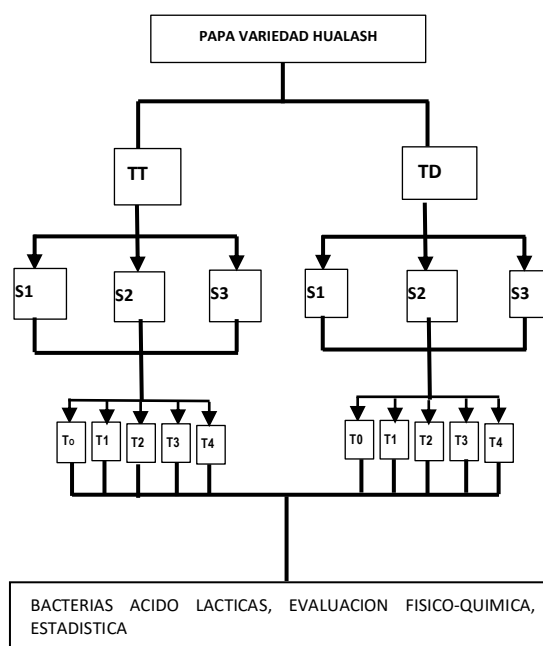


Figura 2. Diseño experimental de la investigación

LEYENDA

TT: Papa pelada + agua (Tocosh tradicional)
TD: Papa pelada + agua + tratamiento (FC: glucosa 2,5 % + FN: fosfato de amonio 1,5 g/L) (Tocosh desodorizado)
S1: 1g BAL, S2: 2g BAL, S3: 3g BAL
T0: 0 días, T1: Fermentación 5 días, T2: Fermentación 10 días, T3: Fermentación 15 días, T4: Fermentación 20 días

3. RESULTADOS

3.1. Análisis físicoquímico y microbiológico del tocosh

En la Tabla 1, se detallan los valores del análisis químico proximal del tocosh tradicional y el tocosh desodorizado procesado a nivel de laboratorio en condiciones controladas durante 30 días, tiempo que se tomará como referencia para los resultados de este trabajo

Tabla 1. Análisis físico químico y microbiológico del tocosh sin starter

	TOCOSH TRADICIONAL	TOCOSH DESODORIZADO
Proteína	0.391 ±0.094	0.681 ±0.184
Carbohidrato	16.209 ±0.001	17.217 ±0.003
pH	4.38 ± 0.01	4.89 ± 0.01
acidez	0.27 ± 0.006	0.22± 0.007
BAL(log ufc/g)	6.988 ± 0.0691	7.529 ± 0.046
Pruebas bioquímicas	Catalasa (-) oxidasa(-)	Catalasa (-) oxidasa(-)
BAL	Gram(+)	Gram(+)

3.2. Bacterias ácido lácticas durante la elaboración de tocosh con starter

A continuación, se puede observar el desarrollo de las BAL durante la fermentación del tocosh con 1,2 y 3 g de starter adicionado al proceso tradicional y desodorizado (Tabla 2 y 3).

Tabla 2. BAL durante la fermentación del tocosh tradicional

TIEMPO	TOCOSH TRADICIONA L		TOCOSH TRADICIONAL CON STARTER					
	SIN STARTER		S1		S2		S3	
	prom	desvest	prom	desvest	prom	desvest	prom	desvest
0 Días	4.500	0.184	5.307	0.014	5.360	0.041	5.551	0.037
5 Días	5.462	0.015	6.100	0.018	6.144	0.017	6.176	0.013
10 Días	6.004	0.163	6.346	0.061	6.467	0.008	6.520	0.050
15 Días	6.605	0.007	6.816	0.025	6.896	0.049	7.294	0.585
20 Días	6.616	0.012	7.371	0.017	7.533	0.015	7.589	0.010

Tabla 3. BAL durante la fermentación del tocosh desodorizado

TIEMPO	TOCOSH DESODORIZADO		TOCOSH DESODORIZADO CON STARTER					
	SIN STARTER		S1		S2		S3	
	prom	desvest	PROM	desvest	PROM	desvest	prom	desvest
0 Días	4.241	0.111	5.296	0.036	5.348	0.021	5.519	0.023
5 Días	5.937	0.030	6.110	0.021	6.171	0.004	6.215	0.020
10 Días	6.107	0.094	6.566	0.055	6.653	0.036	6.661	0.032
15 Días	6.320	0.053	6.958	0.041	6.981	0.016	7.000	0.000
20 Días	6.713	0.005	7.519	0.050	7.705	0.034	7.719	0.010

También se observa en la Figura 3, el desarrollo de las BAL durante el proceso de fermentación por 20 días (fase log)

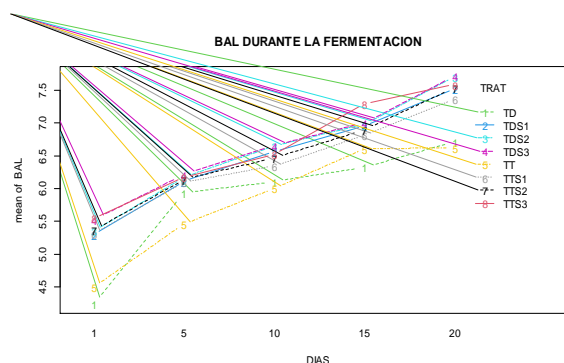


Figura 3. BAL durante la fermentación

Legenda:

- TTS1: Tocosh tradicional con 1g de starter
- TTS2: Tocosh tradicional con 2g de starter
- TTS3: Tocosh tradicional con 3g de starter
- TDS1: Tocosh desodorizado con 1g de starter
- TDS2: Tocosh desodorizado con 2g de starter
- TDS3: Tocosh desodorizado con 3g de starter
- TT: Tocosh tradicional
- TD: Tocosh desodorizado

En la Figura 4 podemos observar el número de BAL al final de la fermentación, comparando valores BAL entre la referencia de tocosh tradicional y desodorizado sin starter.

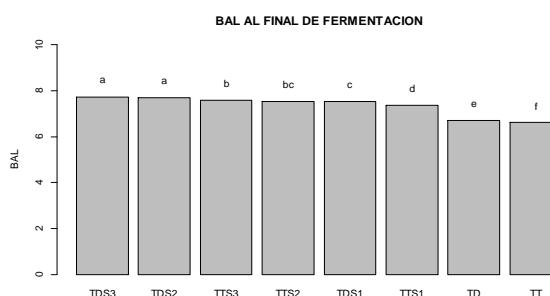


Figura 4. BAL durante la fermentación

3.3. Características físicoquímicas durante la elaboración del tocosh

a. pH durante la fermentación de tocosh

En las tablas 4 y 5 se observa la variación de pH durante el proceso de 20 días de fermentación del tocosh tanto en forma tradicional como en forma controlada, desodorizado con 1,2 y 3 g de starter, en la Figura 5 se visualiza la variación del pH durante la fermentación.

Tabla 4. pH durante el proceso de fermentación del tocosh tradicional

TIEMPO	TOCOSH TRADICIONAL CON STARTER					
	S1		S2		S3	
	TTS1	desvest	TTS2	desvest	TTS3	desvest
0 Días	6.580	0.0265	6.5333	0.02082	6.5200	0.0173
5 Días	5.235	0.0354	5.2000	0.02000	5.1867	0.0100
10 Días	4.840	0.0100	4.5600	0.02646	4.4967	0.0400
15 Días	4.713	0.0153	4.5000	0.01000	4.4200	0.0200
20 Días	4.633	0.0208	4.3967	0.01528	4.3767	0.0100

Tabla 5. pH durante el proceso de fermentación del tocosh desodorizado

TIEMPO	TOCOSH DESODORIZADO CON STARTER					
	S1		S2		S3	
	TDS1	desvest	TDS2	desvest	TDS3	desvest
0 Días	6.8233	0.0153	6.8367	0.0115	6.8400	0.01000
5 Días	5.9200	0.0173	5.2533	0.0208	5.2233	0.03215
10 Días	4.9033	0.0153	4.5100	0.0200	4.4800	0.02646
15 Días	4.5500	0.0100	4.3633	0.0208	4.3533	0.01155
20 Días	4.3733	0.0115	4.2433	0.0321	4.1967	0.01528

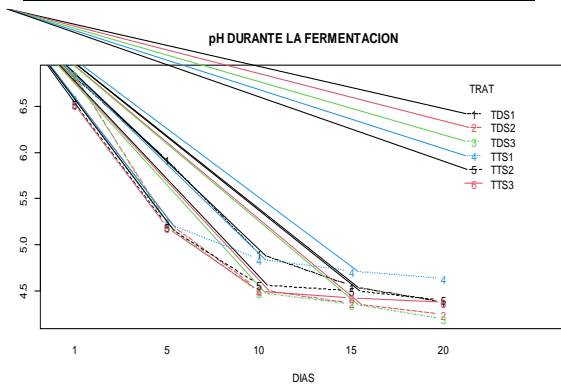


Figura 5. pH durante la fermentación

El pH al final de la fermentación con todos los tratamientos (Figura 6) nos permite comparar estadísticamente con la muestra sin starters

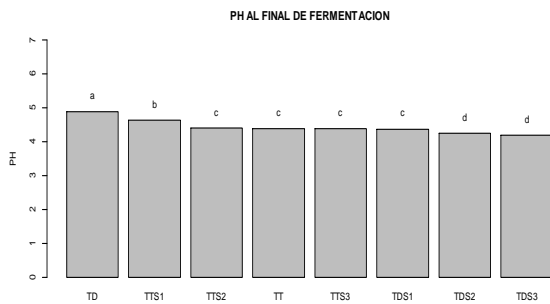


Figura 6. pH al final de la fermentación

b. acidez durante la fermentación de tocosh

Se ha evaluado el desarrollo de acidez durante el proceso de fermentación del tocosh con starter en un tiempo de 20 días (tabla 6 y 7)

Tabla 6. Acidez (%) durante el proceso de fermentación del tocosh tradicional

TIEMPO	TOCOSH TRADICIONAL CON STARTER					
	S1		S2		S3	
	prom	desvest	prom	desvest	prom	desvest
0 Días	0.094	0.002	0.002	0.002	0.0983	0.002
5 Días	0.253	0.004	0.004	0.004	0.2590	0.003
10 Días	0.285	0.006	0.003	0.003	0.3877	0.004
15 Días	0.319	0.003	0.006	0.002	0.4210	0.006
20 Días	0.355	0.005	0.003	0.006	0.4303	0.002

Tabla 7. Acidez (%) durante el proceso de fermentación del tocosh desodorizado

TIEMPO	TOCOSH DESODORIZADO CON STARTER					
	S1		S2		S3	
	prom	desvest	prom	desvest	prom	desvest
0 Días	0.070	0.001	0.0747	0.004	0.076	0.003
5 Días	0.183	0.002	0.2493	0.002	0.255	0.005
10 Días	0.286	0.003	0.3850	0.004	0.386	0.005
15 Días	0.385	0.003	0.4470	0.008	0.454	0.003
20 Días	0.444	0.006	0.4527	0.004	0.458	0.002

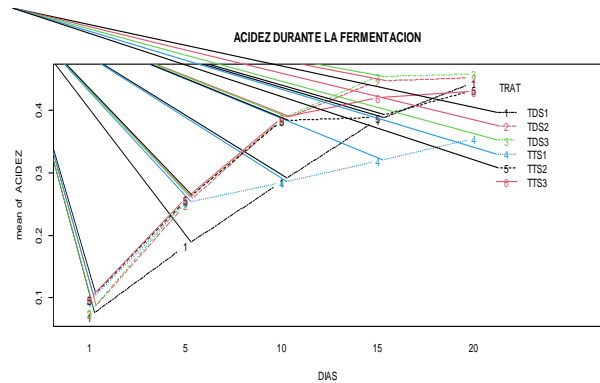


Figura 6. Acidez durante la fermentación

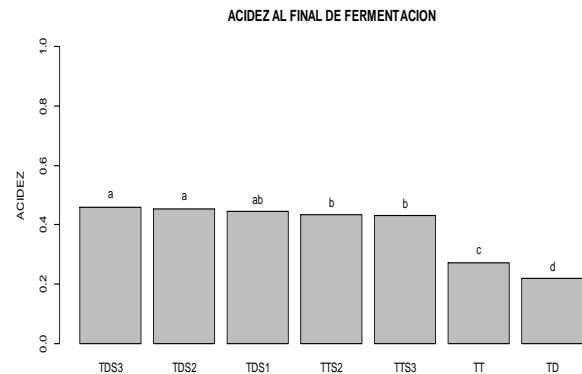


Figura 7. Acidez (%) al final de la fermentación

4. DISCUSIÓN

4.1. Análisis fisicoquímico y microbiológico del tocosh

Las bacterias del ácido láctico (BAL) son un grupo diverso con un potencial reconocido para el desarrollo de biorrefinerías integradas, son cocos o bacilos Gram positivos, no esporulantes, no móviles, tolerantes a los ácidos, anaerobios, pero aerotolerantes, catalasa y oxidasa negativos, se caracterizan por la producción de ácido láctico como el principal producto metabólico final de la fermentación de carbohidratos, se recomienda emplear BAL aislados como cultivos iniciadores para mejorar la seguridad de los alimentos (Bartkiene et al., 2020 y Mora-Villalobos et al., 2020).

4.2. Bacterias ácido-lácticas durante la elaboración de tocosh con starter

Como se puede apreciar en la Figura 4, en el tocosh tradicional no hay diferencia significativa entre 3 y 2 g de starter. También se observa que el tocosh desodorizado con 1g de starter no tiene diferencia significativa con el tocosh tradicional de 2 g de starter. Tomando la mínima cantidad de starter optimo seria adicionar 2 g de starter al tocosh tradicional y 1g al tocosh desodorizado.

El tocosh desodorizado y tradicional sin starter tienen significativamente menores cantidades de BAL que el tocosh con starter.

El tocosh desodorizado con 2 y 3 g resultó con mayor número de BAL sin embargo el uso de gran cantidad de starter no es tecnológicamente ni económicamente viable.

Estos resultados demuestran tener la misma cantidad de BAL en menos tiempo, sobre todo en tocosh desodorizado con 1 g de starter que no solo disminuyo el tiempo sino también las características fisicoquímicas del tocosh mas aceptables, este resultado coincide con (Cobo-Monterroza et al., 2019) quienes mencionan que los cultivos iniciadores, en su mayoría son una mixtura de microorganismos, utilizados para aprovechar los productos de su metabolismo,

reducen el tiempo de fermentación y mejoran las características sensoriales, se considera que el uso de microorganismos nativos, procedentes de los procesos tradicionales son favorables por su adaptabilidad. Por otro lado, el cultivo iniciador también mejoro la textura y el color del tocosh y disminuyo el olor desagradable. Esta característica mejorada se ha demostrado también en otras investigaciones con el uso de iniciadores durante la fermentación de yuca que mejoró no solo su composición proximal, sino también sus propiedades como el color y la viscosidad, las enzimas naturales excretadas degradaron la pared celular de la raíz de la yuca e hidrolizaron el polisacárido en azúcar disponible (Frediansyah, 2018).

4.3. Características fisicoquímicas durante la elaboración del tocosh

Como se puede observar en la tabla 4 y 5 el pH más alto (6.84) se obtuvo al inicio de la fermentación y el más bajo (4.19) al final de la fermentación en el tocosh desodorizado con 3 g de starter, esto debido a que al inicio del proceso se agregó fosfato de amonio como fuente de nitrógeno para las bacterias; así mismo, la presencia de amonio se asocia a la activación de la fosfofructoquinasa, enzima primordial en el inicio de la glucólisis (Fernández, 2015), que aceleró la fermentación bajando drásticamente el pH. Como se puede observar en la Figura 5, la fermentación del tocosh con tratamiento de desodorización inicia con pH más alto, pero disminuyen con mayor rapidez (TDS1 y TDS2). Por el contrario, el pH del tocosh procesado en forma tradicional inicia con pH menor y disminuye lentamente durante la fermentación (TTS1 y TTS2).

El pH al final de la fermentación más baja se logró con el tocosh desodorizado con 2 y 3 g de starter. En la Figura 6 se puede observar que el pH al final de la fermentación del tocosh tratamiento tradicional sin starter no tiene diferencia significativa con el pH del tocosh tradicional con 2 y 3 g y el pH del tocosh desodorizado con 1 g de starter. Por lo tanto se sugiere adicionar 1 g de starter al tocosh desodorizado y 2 g al tocosh tradicional ya que los microorganismos realizan la

actividad amilolítica, proteolítica, capacidad de acidificación y actividad antifúngica para ser consideradas como cultivos iniciadores de alimentos fermentados (Petkova et al., 2021)

Se ha demostrado que la cantidad de fosfato de amonio agregado 0.5g/L de agua disminuye notablemente el olor debido a que las bacterias usan como fuente de nitrógeno y no necesitan llegar a descarboxilar los aminoácidos de la papa hasta aminas biogénicas que son las causantes del mal olor porque se ha demostrado que las BAL como *Lactobacillus curvatus* subsp. *curvatus* pueden producir más de 220 mg/kg de tiramina entre otras aminas biogénicas a los 2 meses de maduración de quesos; en términos de seguridad alimentaria, altos valores de aminas biogénicas pueden causar complicaciones en la salud del consumidor (Pachlová et al., 2018)

Según la Figura 7, el mayor porcentaje de acidez se ha logrado en el tratamiento desodorizado con 2 y 3 g de starter, contrario al pH, sin embargo, se puede observar que los valores de porcentaje de acidez al final de la fermentación de tocosh desodorizado con starter tienen valores significativamente mayores al tocosh tradicional con starter y sin starter. Los ácidos formados por BAL tienen efecto de conservación debido principalmente a la producción de metabolitos antimicrobianos (antibacterianos y antifúngicos) y antioxidantes, como ácidos orgánicos (principalmente ácidos acético y láctico), ácido propiónico, ácido benzoico, ácidos grasos, bacteriocinas y sustancias inhibidoras similares a las bacteriocinas, entre otros (Bartkiene et al., 2020)

Durante el proceso de fermentación, las bacterias ácido lácticas producen metabolitos antimicrobianos, ácidos orgánicos como el propiónico, acético y láctico, creando un ambiente desfavorable para microorganismos deteriorantes y patógenos, además bacteriocinas y peróxido de hidrógeno también antimicrobianos (Rakhmanova et al., 2018).

Un proceso fermentativo, presenta tres fases; primero se desarrolla una microflora poco exigente, enterobacterias y aerobios mesofílicos, seguido de microorganismos productores de ácidos orgánicos, mayoritariamente bacterias ácido lácticas (BAL), microaerófilas o anaerobias; finalmente, en la tercera fase desarrollan levaduras saprofitas, generando un

producto por acidificación láctica y depolimerización parcial del almidón (Chiquiza-Montaña et al., 2016).

Se sugiere mayores estudios con parámetros más definidos no solo de cantidad de bacterias iniciadores, sino también la concentración de cada especie de BAL que debe reflejarse el estudio cinético de las bacterias del tocosh, la forma de aplicación de estas bacterias, el momento exacto de inoculación, la velocidad de duplicación, etc. como se describe en (Valencia-García et al., 2018)

5. CONCLUSIONES

No hay diferencia significativa al adicionar 3 y 2 g de starter en el tocosh tradicional. Tampoco al adicionar 1g de starter al tocosh desodorizado y 2g al tocosh tradicional. Por lo tanto, la mínima cantidad óptima de starter sería adicionar 2 g de al tocosh tradicional y 1g al tocosh desodorizado.

El tocosh desodorizado y tradicional sin starter tienen significativamente menores cantidades de BAL que el tocosh con starter.

El tocosh desodorizado con 2 y 3 g resultó con mayor número de BAL sin embargo el uso de gran cantidad de starter no es tecnológicamente ni económicamente viable.

No hay diferencia significativa en pH entre tocosh desodorizado con 1 g de starter y tocosh tradicional con 2 g y 3 g de starter en un proceso de fermentación de 20 días y el pH del tocosh tradicional sin starter. Lo contrario sucede con la acidez, mayor porcentaje de acidez en el tocosh desodorizado con 3 g de starter, sin embargo, no hay diferencia significativa entre el tocosh tradicional con 2 y 3 g de starter con el tocosh desodorizado con 1 g de starter.

Todos los resultados nos llevan a concluir que se debe añadir 2 g de starter al tocosh tradicional y 1 g al tocosh desodorizado fermentado en laboratorio en condiciones controladas para reducir el tiempo a 20 días y se logre obtener tocosh con las mismas características del tocosh fermentado por 30 días.

El tocosh procesado en condiciones controladas tiene mejores condiciones higiénicas y en menor tiempo con las características fisicoquímicas del tocosh que se expende en el mercado para consumirlo como alimento funcional.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Admassie, M. (2018). A review on food fermentation and the biotechnology of lactic acid bacteria. *World Journal of Food Science and Technology*, 2(1), 19-24.
- Al-Mentafji, H. N. (2005). Official methods of analysis of AOAC International.
- Bartkiene, E., Bartkevics, V., Mozurienė, E., Krunglevičiūtė, V., Novoslavskij, A., Santini, A., Rozentale, I., Juodeikienė, G., & Cizeikiene, D. (2017). The impact of lactic acid bacteria with antimicrobial properties on biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons and biogenic amines in cold smoked pork sausages. *Food Control*, 71, 285–292. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.07.010>
- Bartkiene, E., Lele, V., Ruzauskas, M., Domig, K. J., Starkute, V., Zavistanaviciute, P., Bartkevics, V., Pugajeva, I., Klupsaite, D., Juodeikienė, G., Mickiene, R., & Rocha, J. M. (2020). Lactic acid bacteria isolation from spontaneous sourdough and their characterization including antimicrobial and antifungal properties evaluation. *Microorganisms*, 8(1). <https://doi.org/10.3390/microorganisms8010064>
- Castañeda, A. (2015). Pruebas De Viabilidad a Cinco Cepas Bacterianas Criopreservadas Y Estudio Para La Liofilización De Las Mismas, Evaluando Tres Compuestos Protectores, Pertenecientes Al Banco Genético Del Laboratorio De Microbiología De La Facultad Del Medio Ambiente Y Rec. 124.
- Chiquiza-Montaña, L. N., Montoya, O. I., Restrepo, C., & Orozco-Sánchez, F. (2016). Estudio de la microbiota del proceso de producción de almidón agro de yuca. *Informacion Tecnologica*, 27(5), 3–14. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642016000500002>
- Cobo-Monterroza, R., Rosas-Quijano, R., Gálvez-López, D., Adriano-Anaya, L., & Vázquez-Ovando, A. (2019). Native lactic acid bacteria as a starter culture for the production of Mexican cream cheese. *Agronomy Mesoamerican*, 30(3), 855–870. <https://doi.org/10.15517/am.v30i3.34673>
- Díaz, G., Guyot, J., Ruiz, F., Morlon, J., & Wacher, C. (2003). Microbial and physiological characterization of weakly amyolytic but fast-growing lactic acid bacteria: A functional role in supporting microbial diversity in pozol, a Mexican fermented maize beverage. *Applied and Environmental Microbiology*, 69(8). <https://doi.org/10.1128/AEM.69.8.4367-4374.2003>
- Fernández González J., Gutierrez martin, F, Del rio González, P, San miguel Alfaro, G, Bahillo Ruiz, A., Sanchez Hervas J & Rodriguez Anton I. M. (2015). *Tecnologías para el uso y transformación de biomasa energética*. Ediciones Paraninfo, SA.
- Fernández Limache, A., & Romero Páucar, J. (2020). Evolución de las bacterias ácido lácticas durante la elaboración del tocosh fresco, aislamiento y concentración por liofilización. UNCP
- Frediansyah, A. (2018). Microbial fermentation as means of improving cassava production in Indonesia. *Cassava*, 123.
- Grauer, A., Zardo, S., & Grunberg, K. (2015). Puesta a punto de un protocolo de liofilización para la creación de bancos bacterianos. 50.
- Hatti-Kaul R., Chen L., Dishisha T.& Enshasy H.E. (2018). Lactic acid bacteria: from starter cultures to producers of chemicals. *FEMS Microbiol Lett.* 2018 Oct 1;365(20). doi: 10.1093/femsle/fny213. PMID: 30169778.
- Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G. R., Merenstein, D. J., Pot, B., Morelli, L., Canani, R. B., Flint, H. J., Salminen, S., Calder, P. C., & Sanders, M. E. (2014). Expert consensus document: The international scientific association for probiotics and prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology*, 11(8), 506–514. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2014.66>
- Hurtado, A. (2017). Cuantificación de bacterias ácido lácticas por reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real en la fermentación controlada de *Capsicum frutescens*, ají “charapita.” Universidad Nacional Mayor De San Marcos.
- Jiménez, E., Yépez, A., Pérez-Cataluña, A., Ramos Vásquez, E., Zúñiga Dávila, D., Vignolo, G.,

& Aznar, R. (2018). Exploring diversity and biotechnological potential of lactic acid bacteria from tocosh - traditional Peruvian fermented potatoes - by high throughput sequencing (HTS) and culturing. *LWT - Food Science and Technology*, 87, 567–574. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.09.033>

Mora-Villalobos, J. A., Montero-Zamora, J., Barboza, N., Rojas-Garbanzo, C., Usaga, J., Redondo-Solano, M., Schroedter, L., Olszewska-Widdrat, A., & López-Gómez, J. P. (2020). Multi-product lactic acid bacteria fermentations: A review. *Fermentation*, 6(1), 1–21. <https://doi.org/10.3390/fermentation6010023>

Mercado Aquino, L. Á. (2020). Evaluación de la fermentación y del secado en la elaboración de tocosh fresco y harina de tocosh desodorizado UNCP.

Pachlová, V., Buňková, L., Flasarová, R., Salek, R. N., Dlabajová, A., Butor, I., & Buňka, F. (2018). Biogenic amine production by nonstarter strains of *Lactobacillus curvatus* and *Lactobacillus paracasei* in the model system of Dutch-type cheese. *Lwt*, 97(January), 730–735. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.07.045>

Petkova, M., Stefanova, P., Gotcheva, V., & Angelov, A. (2021). Isolation and characterization of lactic acid bacteria and yeasts from typical bulgarian

sourdoughs. *Microorganisms*, 9(7), 1–18. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9071346>

Rakhmanova, A., Khan, Z. A., & Shah, K. (2018). A mini review fermentation and preservation: role of Lactic Acid Bacteria. *MOJ Food Processing & Technology*, 6(5), 414–417. <https://doi.org/10.15406/mojfpt.2018.06.197>

Rodríguez, G. (2007). Aislamiento e identificación de bacterias ácido lácticas a partir de leche cruda y queso paipa elaborado en los municipios de Pacho (Cundinamarca) y Belén (Boyacá). Universidad De La Salle.

Valencia-García, F. E., Motato-Rocha, K. E., Vera-Peña, M. Y., & Sepúlveda-Lindarte, M. L. (2018). Kinetic parameters of lactic acid bacterial isolated from fermented milk “suero costeño.” *DYNA (Colombia)*, 85(206), 155–161. <https://doi.org/10.15446/dyna.v85n206.70995>

Yábar, E. F., & Reyes, V. J. (2017). Caracterización fisicoquímica y microbiológica del tocosh de papa (*solanum tuberosum*) durante su elaboración.

CARACTERIZACIÓN DEL TARWI (*Lupinus mutabilis*) Y DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE DESAMARGADOR PARA LA REDUCCIÓN DE ALCALOIDES

CHARACTERIZATION OF TARWI (*Lupinus mutabilis*) AND DESIGN OF A DEBITTERING PROTOTYPE FOR THE REDUCTION OF ALKALOIDS

Shalin Carhuallanqui Ávila^{a*}, Angela Margot CCora Huamán^a, Lizve Vilcapoma Ureta^a, José Paúl Casas Vásquez^a

^a Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP), Huancayo-Perú.

*Autor correspondiente: scarhuallanqui@uncp.edu.pe

RESUMEN

El futuro de la alimentación son las leguminosas por su excelente fuente de nutrientes, proteína de bajo costo y ser cultivos amigables con el medio ambiente, herramientas para lograr la seguridad alimentaria. El tarwi (*Lupinus mutabilis*) contiene un alto contenido de proteínas y lípidos, con aplicaciones potenciales como ingredientes en las industrias alimentaria, ayuda a los niños en su desarrollo cerebral y crecimiento (calcio y aminoácidos), también tiene aplicaciones en la industria cosmética y farmacéutica. Estas semillas contienen alto contenido alcaloides (lupinina, lupanidina y esparteína) que le confieren un sabor amargo, perjudiciales para la salud y la principal desventaja para su consumo. La investigación tuvo dos etapas: En la primera se realizó la recopilación de investigaciones del desamargado del tarwi. En la segunda se diseñó el prototipo de desamargador de tarwi, utilizando la norma alemana VDI 2221, que establece las etapas principales del proceso de diseño de un producto. En esta perspectiva se incluyó el análisis de los requerimientos vinculados con los materiales para ingeniería, permitiendo identificar y facilitar desde la etapa de especificación y cuáles son los aspectos esenciales desde el punto de vista de los materiales. Se desarrolló los esquemas y planos finales que permitieron la fabricación del prototipo. Las pruebas a las que fue sometido el prototipo indican que tiene una capacidad de 5 kg por carga, posee un PLC (Programador lógico de control) para el control de las variables, es completamente funcional, acabado higiénico que le proporciona inocuidad al producto, puesto que fue fabricado en acero inoxidable.

Palabras clave: Leguminosa, *Lupinus mutabilis*, alcaloides, lupanina, desamargado, prototipo, diseño.

ABSTRACT

The future of food is legumes for their excellent source of nutrients, low-cost protein and being environmentally friendly crops, tools to achieve food security. The tarwi (*Lupinus mutabilis*) contains a high content of proteins and lipids, with potential applications as ingredients in the food industries, helps children in their brain development and growth (calcium and amino acids), it also has applications in the cosmetic and pharmaceutical industries. These seeds contain a high content of alkaloids (lupinine, lupanidine and sparteine) that give them a bitter taste, which are harmful to health and the main disadvantage for their consumption. The investigation had two stages: In the first, the compilation of investigations of the debittering of the tarwi was carried out. In the second, the tarwi debittering prototype was designed, using the German VDI 2221 standard, which establishes the main stages of the product design process. In this perspective, the analysis of the requirements related to the materials for engineering was included, allowing to identify and facilitate from the specification stage and what are the essential aspects from the point of view of the materials. The final schemes and plans that allowed the manufacture of the prototype were developed. The tests to which the prototype was subjected indicate that it has a capacity of 5 kg per load, has a PLC (Control logic programmer) to control the variables, is fully functional, and has a hygienic finish that provides safety to the product, since it was made of stainless steel.

Keywords: Legume, *Lupinus mutabilis*, alkaloids, lupanine, debittered, prototype, design.

1. INTRODUCCIÓN

Las leguminosas son plantas que tienen vainas, dentro de éstas se encuentra el fruto o legumbre. En Latinoamérica se conocen como leguminosas, legumbres, menestras, como los granos de frijoles, lentejas, arvejas (chícharos secos), garbanzos, lentejones, habas, etc, por su bajo contenido de agua se almacenan por mucho tiempo sin perder nutrientes (Vega A., Zabaleta y Vega C., 2017).

Las leguminosas junto con los cereales son alimentos de buen sabor, nutritivos y precio accesible. El consumo de leguminosas ha disminuido considerablemente, siendo necesario revalorizar la importancia de estos granos. La educación nutricional es esencial en el rescate del consumo de estas semillas y desarrollar proyectos y alimentos que involucren estos cultivos. El empleo de las leguminosas disminuirá la malnutrición, mejorar el estilo y calidad de vida y beneficiar a sus productores y el medio ambiente (Perez y Peñafiel, 2017).

El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) es un cultivo que prospera en diferentes tipos de suelos, mejorándolo para otros cultivos, tiene un alto contenido en proteínas y grasas, buen alimento para las familias y un ingreso más para el productor agrario, sus hijos y la población en general. El tarwi, chocho o lupino es una legumbre andina con gran potencial para ser consumido masivamente por el ser humano; ya que contiene humedad 11,5%; grasa 21,5%; proteína 53,2%; fibra 18,4%; ceniza 1,9% y carbohidratos 23,4 %, resaltando el alto contenido de proteínas y de grasa. El uso del tarwi 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 fuertemente amargo, aunque estas sustancias protegen a la planta en el medio e impiden que la semilla sin tratamiento pueda ser aprovechada para consumo. El tarwi contiene más de 70 tipos de alcaloides, como los grupos de la lupanina y esparteína (Rodríguez, 2009). La presencia de alcaloides en todo el grano no permite su consumo directo y se necesita un desamargado. Es por ello que investigaciones sobre el desamargado evalúan cuatro factores: A: tiempo de cocción, B: tiempo de lavado, C: número de lavados y D: relación MP : agua, estos cuatro factores tienen un efecto significativo sobre el contenido de alcaloides final de los granos de tarwi (Gutiérrez Infantes, Pascual y Zamora, 2016).

La ingeniería se define como la aplicación creativa de principios científicos para diseñar o desarrollar estructuras, máquinas, aparatos o procesos de fabricación, o trabajos que los utilicen individualmente

o en combinación; o para construir u operar el mismo con pleno conocimiento de su diseño; o pronosticar su comportamiento en condiciones operativas específicas; todo con respecto a una función prevista, economía de funcionamiento y seguridad para la vida y la propiedad (Rao, 2017). Por lo que se están desarrollando tecnologías y en concreto, máquinas, equipos o bienes de equipo, básicamente desde el punto de vista de y para la sociedad. Todos los aspectos del ciclo de vida de estas máquinas (diseño, fabricación, uso, fin de vida) están pensados para llevarse a cabo en contextos de una amplia disponibilidad de recursos técnicos, de una reducción de costes laborales, de una aceleración de los tiempos y de una competencia internacional. En sociedades y comunidades en desarrollo estos parámetros pasan a un segundo plano y otros aspectos de las máquinas toman especial importancia: cubrir necesidades básicas de supervivencia, adaptarse a las características sociales, ambientales y culturales de la comunidad, propiciar el desarrollo de la comunidad por sus propios medios o capacitar a sus miembros para el desarrollo sostenible de su propia tecnología.

El cultivo de tarwi es una buena alternativa para el productor agrario. En la actualidad se le está devolviendo su importancia y se tendrá un buen alimento para las familias y un ingreso por la venta de las cosechas de los agricultores. Por lo que la presente investigación tiene como objetivo diseñar un prototipo de desamargador de tarwi, basado en las características físicas y morfológicas de los granos de *Lupinus mutabilis* Sweet provenientes de comunidades de la provincia de Jauja, departamento de Junín – Perú. Para el diseño propuesto se utilizó el método de diseño VDI 2221 ya que presenta la ventaja de no necesitar experiencia del diseñador en casos similares y además de que se permite la optimización de cada fase aun cuando se haya pasado ya por ellas, esto es de gran ayuda sobre todo cuando el diseñador requiere desarrollar un proceso de terminado.

El diseño y fabricación de este equipo es un proceso innovador y altamente iterativo. Mediante el diseño del prototipo de desamargador se logrará eliminar dichas sustancias, con un enfoque industrial. El modelo del prototipo es un equipo desamargador de tarwi que permite eliminar las sustancias tóxicas que dotan de sabor amargo a las semillas, permitiendo su consumo directo o uso en la industria alimentaria. El equipo comprende un tanque con hidroagitador que contiene medios de transporte de agua, dichos medios de transporte comprenden tubos situados fuera del recipiente, al menos dos válvulas y al menos una bomba de recirculación de agua hacia el tanque. Las dos válvulas sirven para controlar el flujo de recirculación de

agua y para la descarga del agua y limpieza del recipiente tiene además una canastilla en el interior del tanque cilíndrico para colocar las muestras de tarwi y tiene una tapa. El equipo comprende un sistema de calentamiento, el cual comprende una resistencia eléctrica, un sensor de temperatura, una conexión de resistencia al tanque, y un panel de control de temperatura (Córdoba, 2019).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de ejecución

El desarrollo de bosquejos, esquemas y diseño del prototipo se realizó en el laboratorio de Ingeniería de Alimentos de la FAIIA/UNCP.

Metodología

La metodología utilizada fue prescriptiva, basada en la identificación y comprensión total del problema de diseño. Dentro de estas metodologías se halla el modelo de fases que estructura el proceso de diseño en fases o etapas y la secuencia recomendada para llevarlas a cabo. En este grupo se encuentran las metodologías propuestas por Pahl & Beitz a principios de los 70, (Pugh, 1991), Ullman (Ullman, 2010) o la norma alemana VDI 2222 (1977) y la más reciente VDI 2221 (1986, en inglés). Los modelos propuestos por Ulrich y Eppinger (2000) o Otto y Wood (Otto & Wood, 2001) son modelos de fases orientados a desarrollo de producto.

Las principales fases con las que contamos son las siguientes:

- Etapa I. Planeamiento: En esta etapa identificamos el problema, las necesidades que debemos Satisfacer y la factibilidad de una solución. También es cuestión recolectar toda la información posible para elaborar una lista de exigencia coherente.
- Etapa II. Elaboración del concepto: Es la etapa en la que se identifican las funciones de la máquina y a partir de ella se elabora una matriz morfológica que pueda brindar la mayor variedad de conceptos de solución preliminares.
- Etapa III. Elaboración del proyecto: Esta etapa se inicia con la elección del concepto de solución óptimo y en base a él se lleva a cabo el desarrollo completo del diseño como son el dimensionamiento y los cálculos.
- Etapa IV. Elaboración de detalles: Finalmente se designan los valores definitivos al diseño, se definen cuestiones de acabado superficial, tolerancias y materiales. También se elaborarán los documentos y planos que se requieran para sustentar el proyecto elaborado.

Procedimiento

Las experiencias en el proceso de desamargado del tarwi que se realiza en la provincia de Jauja, fueron recogidas mediante entrevistas personales (visitas a la zona de producción) y encuestas realizadas a los agricultores. El conocimiento ancestral (nos mencionan los productores) transmitido de generación en generación para quitar el sabor amargo es mediante la acción del agua en combinación con otros factores: tiempo, temperatura y agitación que varían según las costumbres de la zona, pero que logran el mismo objetivo, obtener un grano sensorialmente aceptable y listo para el consumo directo. En la Figura 1, se presenta el proceso tradicional de desamargado en algunas comunidades campesinas de la provincia de Jauja, región Junín, el cual comienza con la limpieza y selección del grano, luego viene la etapa de hidratación, se sumerge el tarwi en agua a temperatura ambiente en recipientes o pozas de 12 a 18 horas (los granos se expanden hasta 2,2 veces su tamaño inicial), seguidamente se escurre y se someten los granos a cocción (sirve para el ablandamiento de la cáscara), esta parte del proceso es donde se extrae mayor cantidad de alcaloide, el tiempo varía entre 1 y 2 horas. El lavado se desarrolla en varios días, los productores utilizan la fuente hídrica más cercana, ríos o riachuelos, los granos de tarwi son llenados en sacos o mallas que permiten que el agua discurra y vaya extrayendo los alcaloides, el tiempo de esta acción varía entre 7 a 10 días. Finalmente,

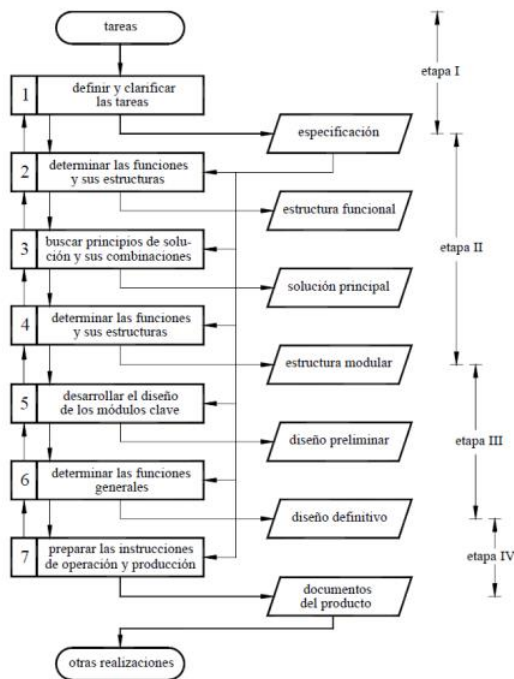


Figura 1. Estructura de diseño según la norma alemana VDI 2221 (Riba, 2002)

los granos son secados en 1 o 2 días y están listos para el consumo.

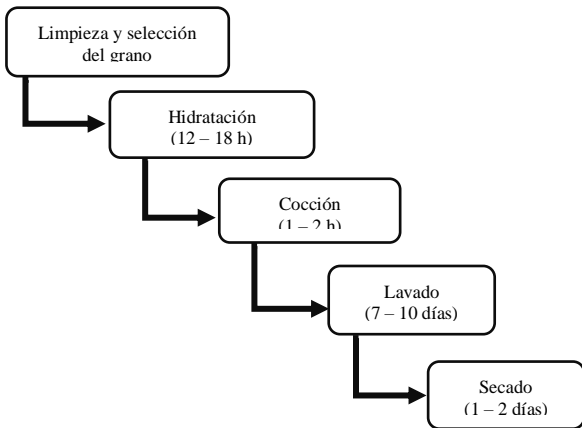


Figura 2. Proceso tradicional de desamargado de tarwi

2.1 Desarrollo de las listas de exigencias

Nombre del proyecto:	DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE DESAMARGADOR PARA LA REDUCCIÓN DE ALCALOIDES DE TARWI		
Usuario:	Universidad Nacional del Centro del Perú		
Responsables:	A. CCora, S. Carhuallanqui, J. Casas, L. Vilcapoma		
Fecha:	02/03/2022	Revisión: 03	1 de 3
Características	Exigencias (E) ó Deseos (D)	Condiciones	
Función	E	Diseño de una máquina prototipo para reducir alcaloides. Capacidad de 5 Kg/batch de tarwi.	
Función	E	La máquina reducirá el contenido de alcaloides.	
Función	E	La máquina prototipo permitirá obtener tarwi con niveles mínimos de alcaloides para su su posterior proceso	
Función	D	Se buscará en todo momento que el sistema sea simple, funcional y económico.	
Geometría	E	Las dimensiones de la máquina deberán de ser lo más compactas posibles.	
Cinemática	E	El movimiento de los componentes no deberá alterar la calidad del producto final.	
Cinemática	D	La velocidad de la máquina deberá ser baja.	
Cinética	D	La máquina soportará cargas de trabajo.	

Nombre del proyecto:	DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE DESAMARGADOR PARA LA REDUCCIÓN DE ALCALOIDES DE TARWI		
Usuario:	Universidad Nacional del Centro del Perú		
Responsables:	A. CCora, S. Carhuallanqui, J. Casas, L. Vilcapoma		
Fecha:	02/03/2022	Revisión: 03	2 de 3
Características	Exigencias (E) ó Deseos (D)	Condiciones	
Fuerza	E	La máquina deberá mostrar rigidez y estabilidad	
Energía	E	La máquina deberá ser accionada por energía eléctrica monofásica.	
Energía	E	La potencia utilizada por la máquina no deberá afectar a la estabilidad y rigidez de la máquina.	
Energía	D	Para el proceso de cocción la energía utilizada debe ser de fuente eléctrica.	
Energía	E	La máquina deberá estar diseñada para soportar cargas térmicas y no se genere deformaciones en los materiales.	

Materia	E	Las propiedades físicas y químicas del tarwi no deben ser afectados entre la entrada y salida de la máquina. A excepción del contenido de alcaloide
Señales	E	Debe tener un panel de control que permita manipular variables de trabajo.
Seguridad	E	La máquina deberá contar con elementos de seguridad. una chaqueta térmica.
Ergonomía	E	El diseño del equipo deberá permitir al operador maniobrar con facilidad y comodidad.
Ergonomía	E	Evitar en lo posible sobrepasar los decibeles permisibles de ruido.

Nombre del proyecto:	DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE DESAMARGADOR PARA LA REDUCCIÓN DE ALCALOIDES DE TARWI		
Usuario:	Universidad Nacional del Centro del Perú		
Responsables:	A. CCora, S. Carhuallanqui, J. Casas, L. Vilcapoma		
Fecha:	02/03/2022	Revisión: 03	3 de 3
Características	Exigencias (E) ó Deseos (D)	Condiciones	
Ergonomía	D	La máquina no deberá generar contaminación atmosférica.	
Fabricación	E	La máquina debe ser fabricada con acabado y materiales sanitarios en su totalidad.	
Fabricación	D	La mayoría de los materiales debe estar disponible en el mercado nacional.	
Fabricación	E	La mayoría de los elementos que conformen la maquina deberán ser normalizados	
Fabricación	E	La máquina deberá poder ser fabricada en una empresa nacional.	
Ensamblaje	E	La máquina deberá ser de fácil montaje y desmontaje.	
Ensamblaje	D	La máquina deberá permitir fácil acceso a sus componentes para el mantenimiento de los mismos.	
Transporte	E	La máquina será de fácil transporte y montaje al lugar de ensayos.	
Mantenimiento	E	El mantenimiento debe ser sencillo, económico, de poca frecuencia y de fácil recambio.	
Costos	D	Los costos de fabricación deberán ser los mínimos posibles.	

2.2 Abstracción CAJA NEGRA

Se uso este tipo de método (Caja Negra) para producir resultados de la investigación. Este diseño final está conformado por las entradas más recientes procedentes del problema, así como por otras entradas que proceden de experiencias anteriores (Figura 3), los elementos intervinientes para llevar a cabo el propósito de la reducción de alcaloides y la salida como resultado socializado de variables.

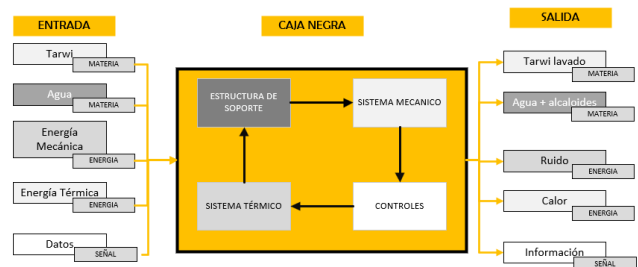

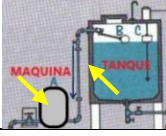





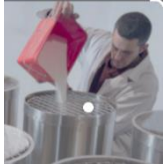
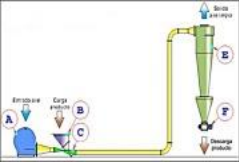


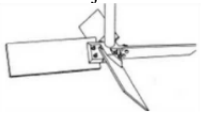
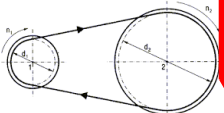




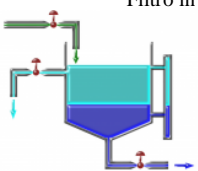












Figura 3. Caja negra del equipo

Desarrollo de matriz morfológica

FUNCION	A	B	C
1. Abastecer de agua a la cámara de trabajo.	Manguera con grifería. 	Tanque exclusivo para maquina 	Cubeta de agua 
2. Incrementar temperatura.	Vapor de agua – calderín 	Flama directa- hornilla industriales 	Energía eléctrica -Resistencias eléctricas 
3. Dosificar tarwi gradualmente a la máquina.	Tornillo transportador 	Dosificación manual 	Transportador neumático 
4. Agitación de la cámara de trabajo.	Turbina de discos 	Hélice de tres hojas 	Turbina hojas inclinadas 
5. Regular velocidad de agitación.	Trasmisión por poleas 	Reductor de velocidad 	Variador de frecuencia 
6. Filtrar tarwi.	Filtro semi industrial 	Filtro domestico 	Filtro in situ 
7. Enjuagar tarwi.	Enjuague desde grifería 	Enjuague in situ 	Enjuague sobre malla 
8. Controlador de variables.	Arranque directo 	Tablero con PLC 	Tablero convencional 

Solución

Solución 1	
Solución 2	
Solución 3	
Solución 4	

2.3 Estructura de funciones

Las funciones son ordenadas de la siguiente manera:

1. Abastecer de agua a la cámara de trabajo.
2. Incrementar temperatura.
3. Dosificar tarwi gradualmente a la máquina.
4. Agitación de la cámara de trabajo.
5. Regular velocidad de agitación.
6. Filtrar tarwi.
7. Enjuagar tarwi.
8. Controlador de variables.

Selección de alternativa optima

SIGNIFICADO FACTOR DE IMPORTANCIA P _i		
IMPORTANTE	MUY IMPORTANTE	IMPRESINDIBLE
1	2	3

Valoración de conceptos

ESCALA DE VALORES SEGÚN VDI2221 CONPUNTAJE "p" DE 0 a 3												
0=NoSatisfice, 1=Aceptable, 2=Suficiente, 3=Bien												
Nº	Variantes del Concepto	Factor de Importancia (Fi)	PUNTAJE (Pi)									
			S1		S2		S3		S4		Proyecto ideal	
			P _{s1}	F _{xP_{s1}}	P _{s2}	F _{xP_{s2}}	P _{s3}	F _{xP_{s3}}	P _{s4}	F _{xP_{s4}}	P _i	F _{xP_i}
1	Función	3	1	3	2	6	3	9	2	6	3	9
2	Geometría	1	2	2	2	2	2	2	1	1	3	3
3	Cinemática	2	1	2	2	4	2	4	2	4	3	6
4	Cinética	2	2	4	1	2	2	4	3	6	3	6
5	Fuerza	2	2	4	1	2	2	4	3	6	3	6
6	Energía	2	2	4	2	4	2	4	3	6	3	6
7	Materia	2	2	4	3	6	3	6	3	6	3	6
8	Señales	1	1	1	2	2	3	3	2	2	3	3
9	Seguridad	3	2	6	2	6	3	9	2	6	3	9
10	Ergonomía	2	2	4	3	6	3	6	3	6	3	6
11	Fabricación	3	2	6	3	9	3	9	2	6	3	9
12	Ensamble	2	2	4	2	4	3	6	2	4	3	6
13	Transporte	1	3	3	1	1	3	3	3	3	3	3
14	Mantenimiento	2	3	6	1	2	3	6	3	6	3	6
Total =Σ(Fi x Pi)			53		56		75		80		84	
Coeficiente técnico = PUNTAJE TOTAL/PUNTAJE IDEAL			63%		67%		89%		81%			

Valoración económica

ESCALA DE VALORES SEGÚN VDI2221 CONPUNTAJE "p" DE 0 a 2												
0=Costoso, 1=Medio, 2=Barato												
Nº	FACTOR ECONOMICO	Factor de Importancia (Fi)	PUNTAJE (Pi)									
			S1		S2		S3		S4		PROYECTO IDEAL	
			P _{s1}	F _{xP_{s1}}	P _{s2}	F _{xP_{s2}}	P _{s3}	F _{xP_{s3}}	P _{s4}	F _{xP_{s4}}	P _i	F _{xP_i}
1	Costo de Material	3	1	3	1	3	0	0	1	3	1	3
2	Costo de Fabricación	2	1	2	1	2	1	2	0	0	2	4
3	Costo de Montaje	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2
Total =Σ(Fi x Pi)			7		6		3		5		9	
Coeficiente económico=PUNTAJE TOTAL/PUNTAJE IDEAL			78%		67%		33%		56%			

De acuerdo con la valoración correspondiente, el prototipo (molde en que se fabrica una figura, permite testar el objeto antes de que entre en producción, detectar

errores, deficiencias, etc, cuando el prototipo está suficientemente perfeccionado en todos los sentidos requeridos y alcanza las metas para las que fue pensado, el prototipo puede empezar a producirse. Un prototipo en software es un modelo del comportamiento del sistema que puede ser usado para entenderlo completamente o ciertos aspectos y así clarificar los requerimientos.

3. RESULTADOS

Los datos niométricos presentados en la Tabla 1, sirvieron como base para el análisis, calculo y diseño del prototipo en cuanto a la capacidad, disposición y funcionamiento.

Tabla 1. Características biométricas del tarwi

Características	Valor
Peso (g)	0,34 ± 0,04
Espesor del grano(mm)	4,35 ± 0,30
Diámetro mayor (Longitud del grano en mm)	10,63 ± 0,67
Diámetro menor (Ancho del grano en mm)	9,01 ± 0,40

El tarwi es considerado un alimento muy completo (Tabla 2) presenta un alto contenido de proteínas, inclusive superior a la soya.

Tabla 2. Comparación de la composición del tarwi y soya (g/100g)

Componentes	Tarwi	Soya
Humedad	7.7	9.2
Proteína	44.0	33.4
Grasa	16.5	16.4
Fibra	7.1	5.7
Ceniza	1.7	5.5
Carbohidratos	23.0	35.5

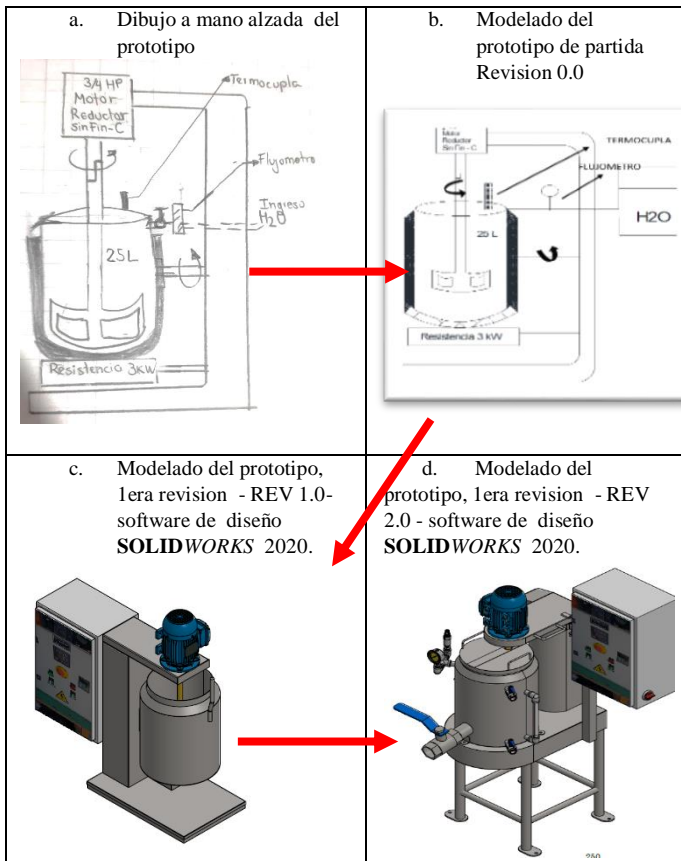
Nota: Datos obtenidos de un trabajo de investigación sobre el desamargado de tarwi y sus parientes silvestres (Quispe, 2018)

Tabla 3. Resumen de alternativas de Matriz morfológica Evaluadas solución óptima SOLUCION 3

PROCESO	ALTERNATIVA
1. Dosificación de materia prima	Manual
2. Dosificación de Agua	Mecánico con válvulas de paso directo.
3. Calentamiento	Resistencia eléctrica
4. Agitación de cámara de proceso	Hélice de 3 aspas
5. Regulación de velocidad	Variador de velocidad
6. Filtración	Cesto perforado in situ
7. Evacuación de alcaloides	Directo desde cámara de cocción.

La metodología propuesta por la norma VDI 2221 considera en esta fase una sub-etapa explícita de división del producto en módulos realizables que facilita en gran manera el proceso de diseño y etapas posteriores de desarrollo del producto (mantenimiento, adaptabilidad, gamma de producto, futuras modificaciones, etc).

Tabla 4. Evolución de la solución (3).



La Tabla 4 muestra en el primer cuadrante el bosquejo a mano alzada del diseño de la poza de los componentes de prototipo y elementos que le brindarán la funcionalidad requerida, todo esto como respuesta a las estructuras y funciones requeridas identificadas en la matriz morfológica, la evolución de la secuencia radica en el desarrollo de la observación de las funciones que desarrollaría cada elemento, en (a), se plantea sistema basculante para la descarga del producto, sin embargo se tenía el problema con la resistencia ubicada en la parte inferior, se plantea desarrollar la resistencia sobre un eje articulable, pero este tendría dificultad para efectos de mantenimiento, todo esto al analizar el bosquejo en su revisión 0.0 (b), en (c) se plantea un diseño mucho más compacto e integrado en el que la zona articulable sería el sistema de transmisión con el eje de agitación es desmontable y se genera la revisión 1.0 en la que con el soporte del software de diseño SOLIDWORKS permitió a esta metodología de diseño VDI 2221 hacer de este diseño un proyecto mucho más ágil y para

detectar las interferencias de los elementos mecánicos cuando este sería manufacturado, finalmente en la revisión 2.0 (d), la integración del diseño, comunicación y la gestión de datos que nos brinda este software permitió pasar de un diseño asistido por computadora CAD, a la manufactura asistida por computadora de piezas clave que requerían de un proceso CAM y el CAE la ingeniería asistida por el ordenador para evaluar el comportamiento del material sometidos a diversos esfuerzos y cargas que permitió una elección correcta y técnica de todos los materiales utilizados en su fabricación. El prototipo desarrollado aplica la ingeniería de acuerdo a la lista de exigencias de carácter obligatorio y exigencias deseables de las necesidades requeridas con el único propósito de que este cumpla con el requerimiento del usuario (cliente).

4. DISCUSIONES

El *L. mutabilis* se cultiva en todo el mundo y con similares características. El interés en esta leguminosa es su alto valor proteico, tiene un campo de aplicación vasto como aditivos y componente que permite ser usado para elaboración de variedades alimenticias tanto para seres humanos y animales; pero su consumo directo se dificulta por la presencia de los alcaloides que generan efectos nocivos. Villacreces (2011) y Villaverde (2011) reportan que el *L. mutabilis* de Ecuador contiene de 41.1 a 47.21% de proteína, Quispe (2015) de Perú reporta que de 10 variedades evaluadas de distintas regiones el contenido es de 40.9 a 46,9% de proteína cruda; los mismos que tienen similitud a pesar que son latitudes diferentes, la similitud de proteína cruda de los *L. mutabilis* podría indicar que éstos a pesar de las diferentes condiciones de cultivo en que se encuentran, desarrollan similar nivel de proteína. Esto podría ser debido a su gran capacidad de adaptación y absorción de nitrógeno que presenta (Ortega et al., 2010).

El análisis de la bibliografía en el campo de las tecnologías apropiadas muestra que hay una gran cantidad de definiciones y criterios referentes a este término. Tomando características y criterios de la literatura existente, en este trabajo se entenderá como máquina apropiada toda máquina que sea diseñada considerando su adaptación al contexto en términos técnicos, económicos, ambientales y socioculturales de la comunidad en que se utilizará y considerando también su sostenibilidad en el tiempo.

El proceso propuesto por Ullrich, Eppinger & Yang (2019), permitió la fabricación del equipo a nivel piloto y en una segunda etapa hacer el desarrollo de las pruebas de funcionamiento correspondientes que de acuerdo con lo sostenido por Menold, Jablow & Simpson (2017),

esta es la función que tienen los equipos piloto con el fin de obtener información fresca que permitan incorporar la corrección de errores de funcionamiento, de practicidad de operación y otros.

5. CONCLUSIONES

Lupinus mutabilis “tarwi” o “chocho” es una leguminosa que contiene en sus semillas un alto porcentaje de grasas y proteínas, característica que promueve el interés por conocer sus propiedades funcionales.

El conocimiento de las técnicas tradicionales empleadas en el proceso de desamargado del tarwi sirvió como primera referencia para el desarrollo del diseño del prototipo planteado en la investigación. De igual manera los datos de la caracterización de los granos fueron tomados en cuenta para el diseño.

El prototipo demuestra teórica y experimentalmente que se obtendrán granos de tarwi desamargado cumpliendo los estándares de calidad establecidas en las normas para este alimento. El prototipo ofrece un tiempo menor a la forma tradicional y racionaliza la cantidad del recurso hídrico. La máquina obtenida es muy versátil, se realizó con un diseño sanitario y permite un fácil mantenimiento, por tanto, es factible que esta tecnología sirva para una producción industrial.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflicto de interés

AGRADECIMIENTO

A la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional del Centro del Perú, por apoyarnos con la disposición de materiales y acceso a referencias bibliográficas.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cordoba M. (2019). Recipiente con hidroagitador para desamargado de tarwi. PE PE20191117Z. Universidad Nacional del Callao. Publicado 2019-08-28. <https://patents.google.com/patent/PE20191117Z/en?q=tarwi&oq=tarwi>
- 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>
- Menold, J., Jablokow K., & Simpson (2017). Prototipo para X (PFX): un marco holístico para estructurar métodos de creación de prototipos para respaldar el diseño de ingeniería. *Design studies* 50(1) 70-112. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2017.03.001>
- Ortega, D.; Rodriguez, A.; Arturo, D.; Zamora-Burbano, A. 2010. Caracterización de semillas de lupino (*Lupinus mutabilis*) sembrado en los andes de Colombia. *Acta agronomica*. 59(1): 111-118
- Otto, K., & Wood, K. (2001). *Product design: techniques in reverse engineering and new product development*. Prentice Hall.
- Perez K. y Peñafiel C.E. (2017). Bocado con alto contenido proteico: Un extruido a partir de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y camote (*Ipomoea batatas* L.). *Scientia Agropecuaria*, ISSN-e 2077-9917. págs. 377-388.
- Pugh, S. (1991). *Total design. Integrates methods for successful product engineering*. Wokingham: Addison Wesley.
- Quispe, D. (2015). Composición nutricional de diez genotipos de lupino (*L. mutabilis* y *L. albus*) desamargados por proceso acuoso. In Universidad Nacional Agraria la Molina. http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1816/Q04_Q8_TBANUNALM.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Quispe, E. (2018). Diseño de un equipo para el procesamiento del desamargado del tarwi. In *Computers and Industrial Engineering* (Vol. 2, Issue January). <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/8406/MCqumaed.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez, A. (2009). Evaluación in vitro de la actividad antimicrobiana de los alcaloides del agua de cocción del proceso de desamargado del chocho (*Lupinus 110 mutabilis* Sweet). Tesis para obtener el título de Bioquímico farmacéutico. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador.
- Vega A., Zabaleta A. y Vega C. (2017). Efecto del pH y cloruro de sodio sobre las propiedades funcionales de harina de semillas de lupinus mutabilis “tarwi” variedad criolla. *Agroindustrial Science*, ISSN-e 2226-2989, Vol. 7, N°. 1, p. 49-55.
- Villacreces, N. (2011). Evaluación del procesamiento artesanal del Chocho (*Lupinus mutabilis* sweet) sobre el consumo de agua, tiempo empleado y la calidad nutricional y microbiológica. Universidad San Francisco de Quito. Ecuador.
- Villaverde, S. (2011). Evaluación de las propiedades funcionales del concentrado proteico del tarwi (*Lupinus mutabilis*) y su uso como extensor cárnico de jamonada. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo. Perú.
- Ullman, G. (2010). *The Mechanical Design Process* (4th ed.). New York: McGraw-Hill.

Ulrich, K., & Eppinger, D. (2000). Product design and development. Boston: McGraw-Hill

CALIDAD DE LA CANAL DE TRUCHA ARCO IRIS, (*Oncorhynchus mykiss*), COMERCIALIZADA EN LA CIUDAD DE HUANCAYO

QUALITY OF THE RAINBOW TROUT CARCASS, (*Oncorhynchus mykiss*), COMMERCIALIZED IN THE CITY OF HUANCAYO

José Luis Solis Rojas^{a*}, Rodolfo Tello Saavedra^a

^aFacultad en Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP), Huancayo-Perú

* Autor correspondiente: jsolis@uncp.edu.pe

RESUMEN

La investigación realizada sobre la Calidad de la canal de trucha Arco Iris, (*Oncorhynchus mykiss*), comercializada en la ciudad de Huancayo, tuvo como objetivo principal Evaluar el rendimiento de la canal comercializadas en la ciudad de Huancayo en la calidad de la carne de trucha arco iris, se seleccionaron en: grupo I (69.21 a 195.06 g), grupo II (205.32 a 299.56) y grupo III 301.90 a 479.50g). Para determinar la calidad de la canal de trucha se determinaron los rendimientos de los grupos y los parámetros fisicoquímicos como el índice de calidad como el pH, acidez titulable, capacidad de retención de agua, color de la canal de la trucha, el rendimiento de la canal de trucha fileteada del grupo I fue 52,1%; el grupo II fue 51,0%; el grupo III fue 51,7%; el rendimiento de la canal de trucha eviscerada fue el siguiente, grupo I fue 75,6%; grupo II fue 80,1%; grupo III fue 83,0%.

Palabras clave: rendimiento, canal, calidad

ABSTRACT

The main objective of the research carried out on the Quality of the Rainbow trout carcass, (*Oncorhynchus mykiss*), commercialized in the city of Huancayo, was to evaluate the performance of the carcass commercialized in the city of Huancayo in the quality of trout meat rainbows, were selected in: group I (69.21 to 195.06 g), group II (205.32 to 299.56) and group III 301.90 to 479.50g). To determine the quality of the trout carcass, the yields of the groups and the physicochemical parameters such as the quality index such as pH, titratable acidity, water retention capacity, color of the trout carcass, the yield of the Group I filleted trout carcass was 52.1%; group II was 51.0%; group III was 51.7%; the yield of the gutted trout carcass was as follows, group I was 75.6%; group II was 80.1%; group III was 83.0%.

Keywords: performance, channel, quality

1. INTRODUCCIÓN

La calidad de las carnes se conoce como atributos que busca el consumidor y tiene importancia en el momento de comprar, también es sabido que la carne es un alimento necesario para el ser humano y en un mayor parte integrante significativo del presupuesto de la canasta familiar, (Caffaro-Tommasiello et al 2018). En la actualidad los consumidores están interesados en consumir alimentos ricos en nutrientes y de buena calidad y cantidad, y por los beneficios que estos pueden aportar a la salud a su vez exigen alimentos de calidad ricos en nutrientes y que satisfagan sus necesidades nutritivas como de inocuidad en alimentos (Olivas et al, 2017).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La materia prima usada en la presente investigación es la trucha proveniente de los mercados de Huancayo, los materiales laboratorio usados son vasos de precipitación, termómetros, cinta amétrica y los equipos que se dispuso tenemos el pH-metro, balanza de sensibilidad de una décima de gramo, colorímetro Lovibond. Las muestras que se obtuvieron fueron completamente al azar de los mercados provenientes generalmente de la Psigranja de Ingenio.

La longitud fue medida iniciando en la escotadura de la aleta caudal terminando en la punta del hocico, se pesaron la trucha entera, vísceras y filete. Para la medición de la capacidad de retención de agua (CRA), se usa la técnica de Owen et. Al (1981) que consiste en colocar una muestra de 3 g entre dos papeles filtro que previamente fueron empapados con cloruro de potasio por un tiempo de 24 horas y luego se colocan entre dos placas que pueden ser de acrílico de una medida de 12 x 12 centímetros en forma de un emparedado y ejercer una presión constante de 10 kg por un espacio de 15 minutos, calculándose a partir de la diferencia entre el peso inicial y el peso final de la muestra por cien y se resta de cien. El color se mide con un colorímetro de Lovibond utilizando el espacio de color CIEL*a*b*, resultado un color y con la ayuda de las coordenadas L* (luminosidad), a* (índice de rojo) y b* (índice de amarillo).

Para el análisis estadístico fueron agrupados por pesos teniendo la siguiente relación: grupo I (69.21 a 195.06 g), grupo II (205.32 a 299.56) y grupo III 301.90 a 479.50g se tiene que tener en consideración que la

composición y estructura de todo animal productor de carne cambia durante el crecimiento que experimentan cada especie (Swatland, 1991).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Análisis proximal de la composición de la trucha

CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD
Humedad	77,3 %
Ceniza	1,33 %
Grasa	1,7 %
Proteína	20,6 %

La tabla 1 se muestra la composición química de la trucha se observan los valores de humedad, ceniza, grasa y proteínas. Los valores de la humedad permiten afirmar que el agua es uno de los componentes principales de los filetes de la trucha el cual está dentro del rango y coinciden con otros trabajos. Austun (1996). La proteína es otros componentes principales como una biomolécula muy importante que ayuda a prevenir enfermedades, el valor indicado se encuentra dentro del rango de 18 a 20% de proteínas Austun (1996). En relación a la grasa de la trucha se debe indicar que los peces en general varían en el contenido de grasa por razones estacionales o épocas del año, también al área geográfica.

Bello, (2010), describe para el concepto de calidad relacionado a los alimentos, refiere a los atributos que tienen y a sus propiedades que proporcionan en el momento de su consumo si son apetecible o no, es decir a sus características positivas o negativas. Las primeras se refieren a las propiedades sensoriales y al valor nutritivo de los alimentos, mientras que a la segunda se puede mencionar a las sustancias nocivas y a la carga microbiana que perjudican al alimento. En tal sentido se puede mencionar un alimento tiene calidad cuando sus características corresponden a los que espera de dichos alimentos y es aceptable, cabe señalar que un alimento es considerado como importantes cuando aporta la mayor cantidad y calidad de los nutrientes, con un sabor agradable, y que nuestro organismo lo aprovecha y es más digestible.

Tabla 2. Determinación de rendimientos de las muestras de truchas

Muestra	Peso (g)	Longitud (cm)	Visceras (g)	Peso sin vísceras (g)	Filetes (g)	Rendimiento		Mercado
						1	2	
1	328.0	36.0	63.4	264.6	180.4	80.7	55.0	El Tambo
2	570.0	41.0	75.7	494.3	299.4	86.7	52.5	El Tambo
3	242.8	29.0	55.3	187.5	125.8	77.2	51.8	El Tambo
4	166.3	25.0	42.8	123.5	87.7	74.3	52.7	El Tambo
5	216.8	28.0	45.2	171.6	108.9	79.2	50.2	El Tambo
6	199.2	27.0	45.5	153.7	102.8	77.2	51.6	El Tambo
7	312.7	34.0	54.6	258.1	162.4	82.5	51.9	Huancayo
8	160.1	25.0	41.8	118.3	86.2	73.9	53.8	El Tambo
9	180.5	26.0	42.2	138.3	90.7	76.6	50.2	El Tambo
10	211.3	27.0	44.1	167.2	105.9	79.1	50.1	El Tambo
11	170.8	24.5	40.9	129.9	89.4	76.1	52.3	Huancayo
12	235.7	28.0	44.9	190.8	119.2	81.0	50.6	El Tambo
13	245.9	27.0	39.8	206.1	127.2	83.8	51.7	Huancayo
14	226.8	27.5	45.2	181.6	116.9	80.1	51.5	Huancayo
15	198.1	27.3	44.7	153.4	108.2	77.4	54.6	El Tambo
16	253.8	29.0	54.3	199.5	128.3	78.6	50.6	El Tambo
17	391.4	38.5	64.3	327.1	198.6	83.6	50.7	El Tambo
18	347.2	37.0	57.3	289.9	185.2	83.5	53.3	El Tambo
19	155.2	24.5	39.8	115.4	85.2	74.4	54.9	Huancayo
20	165.9	25	40.6	125.3	89.7	75.5	54.1	Huancayo
21	364.2	37.0	57.9	306.3	185.8	84.1	51.0	El Tambo
22	234.6	28.5	44	190.6	117.7	81.2	50.2	Huancayo
23	289.4	29.5	52.8	236.6	146.2	81.8	50.5	Huancayo
24	320.6	34.0	55.7	264.9	168.4	82.6	52.5	El Tambo
25	320.3	34.5	60.6	259.7	169.2	81.1	52.8	Huancayo
26	330.8	35.0	53.9	276.9	165.8	83.7	50.1	Huancayo
27	157.3	24.1	41	116.3	82.9	73.9	52.7	Huancayo
28	370.2	37.2	61.5	308.7	156	83.4	42.1	Huancayo
29	256.3	29	54.2	202.1	137.9	78.9	53.8	Huancayo
30	175.7	25	40.9	134.8	87.5	76.7	49.8	Huancayo

Las muestras se colectadas aleatoriamente de los principales mercados como El Tambo y Huancayo el origen de las truchas es de la piscícola Ingenio.

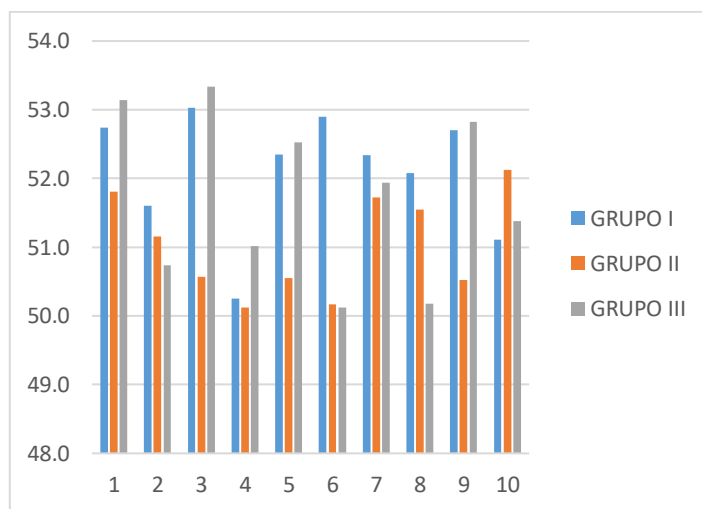
Tabla 3. Principales estaciones pesqueras de trucha

REGION	NOMBRE	SEDE	CRIADERO	AÑO
Ancash	Est. Pesq. Ancash	Huaraz	Huaraz	1953
Ancash	Sub-Est. Pesq	Huaraz	Conchucos	1967
Cajamarca	Est.- Pesq. Cajamarca	Baños del Inca	Baños del Inca	1954
Huánuco	Est. Pesq. Huánuco	Huánuco	Molinos	1959
Junín	Est. Pesq. Junín	Huancayo	Ingenio	1940
La libertad	Est. Pesq. Coina	Coina	Coina	1972
Lima	Est. Pesq. Sta. Eulalia	Sta. Eulalia	Sta. Eulalia	1950
Cuzco	Est. Pesq. Cuzco	Cuzco	Langui-layo	1963

La trucha arco iris *Orcorhynchus mykiss*, como una nueva especie íctica que pertenece a la familia Salmonidae según la clasificación taxonómica la trucha es muy fácil su adaptación al medio donde se crían y son ampliamente difundidas en todo el mundo en América del Sur se encuentran casi en todos los países (Silvera 2019).

Para la calidad de la canal de trucha se debe a que durante el beneficio se produce múltiples cambios bioquímicos durante la transformación del tejido muscular a carne, a medida que disminuye la concentración de oxígeno muscular se establece un metabolismo anaeróbico y acumulación de ácido láctico que provoca una reducción rápida de pH (Pérez y Ponce, 2013). Harris *et al.* (2012), mencionan que el músculo de un animal sano es esencialmente estéril, pero incluso en las condiciones más rigurosas, el músculo puede contaminarse con bacterias patógenas y de deterioro durante el proceso de recolección de la trucha.

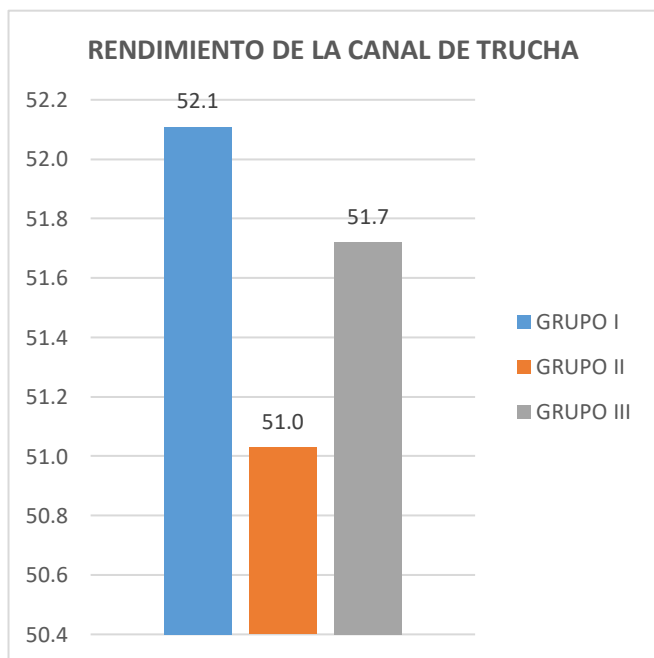
Grafica 1. Comparación de rendimientos de la canal de trucha



En la grafica 1, se muestran los rendimientos de cada grupo donde se demuestra que los mayores rendimientos son del grupo I y II, en el grafico 2, se observa el rendimiento en funcion a la trucha fileteada el cual el mayor rendimiento es del grupo I, con un rendimiento del 52.1%, este grupo esta comprendido de 69.21 a 195.06 g (Swatland, 1991), los resultado obtenidos en el rendimiento de la canal de trucha se encuentra por debajo encongrado por Garcia-Macias, et al (2004) de 54,52 y 54,38%. Maynes (1998) encontro un 52,01%. Royce (1996) dentro de su investigacion menciona que los peces de cuerpo largo y cabeza corta como los salmonidos presentan un rendimiento de 50 a

70%, estos porcentajes estan dentro de dichos valores encontrados en el presente trabajo.

Grafica 2. Redimiento de la canal por grupos



4. CONCLUSIÓN

La calidad de un alimento se refiere a sus características positivas o negativas dentro de ellos se considera el valor nutritivo la calidad de los nutrientes y negativas a la carga microbiana.

Para determinar la calidad de la canal de trucha se tienen algunos parámetros relacionados al índice de calidad y son: pH, acidez titulable, capacidad de retención de agua, color de la canal.

El rendimiento de la canal de trucha fileteada es grupo I 52,1%; grupo II 51,0%; grupo III 51,7%.

El rendimiento de la canal de trucha eviscerada es el siguiente grupo I 75,6%; grupo II 80,1%; grupo III 83,0%.

Contribución de los autores: Autor 1 realizó los experimentos y procesamiento de datos. Autor 2 realizo la búsqueda de información, artículos científicos.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener conflictos de interés.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arreola J., (2012). Determinación de pH y acidez. Investigación análisis a cárnicos
- AOAC, Association of official Methods of Analytical Chemist Inc. Washington, U.S.A., Chapter 32 (2003).
- Bello, J. 2010. "Carne y derivados" en A. Gil, Tratado de Nutrición: A. G. HComposición y Calidad Nutritiva de los Alimentos, 2da edición, Editorial Médica Panamericana, España.
- Bolaños, N., Lutz, G., Herrera, C. 2003. Química de Alimentos: Manual de laboratorio. Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- García-Macías, J.A., F.A. Núñez G., O. Chacon P., R.H. Alfaro R. & M.R. Espinoza H. 2004. Rendimiento en canal y calidad de carne de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) cultivada en el noroeste del estado de Chihuahua. *Hidrobiológica*. 14 (1): 19-26.
- Guzmán, L., Acevedo, D. 2013. Análisis Proximal, Sensorial y de Textura de Salchichas Elaboradas con Subproductos de la Industria Procesadora de Atún (*Scombridae thunnus*). Universidad de Cartagena, Facultad de Ingeniería, Departamento de ingeniería de Alimentos, Avenida el Consulado, Calle 30 No. 48-152. Cartagena, Bolívar-Colombia
- FAO. Análisis proximales. Disponible en: <http://www.fao.org/3/AB489S/AB489S03.htm>
- Hart, 1991 y Kierket, 1996; Manual de fundamentos y técnicas de análisis de alimentos
- Harris, D., M. M. Brashears, A. J. Garmyn, J. C.
- Brooks, y M. F. Miller. 2012. "Microbiological and organoleptic characteristics of beef trim and ground beef treated with acetic acid, lactic acid, acidified sodium chlorite, or sterile water in a stimulated commercial processing environment to reduce *Escherichia coli* 0157:H7 and *Salmonella*." *Meat Science* 90 (3): 783-788.
- Maynez, MA. de L. 1998. Caracterización de la canal de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en 5 granjas del Estado de Chihuahua. Programa Especial de Investigación. Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chih., México. 37 p.
- Medina L., (2009). Ingeniería alimentaria. Disponible en: <http://ingenieria-alimentaria.blogspot.com/2009/12/carnicos-practica-01.html>
- Morris, C.A.; Haynes, K.C.; Keeton, J.T.; Gatlin D.M. Fish Oil Dietary Effects on Fatty Acid Composition and Flavor of Channe. *Journal of Food Science*. Vol. 60. N°6 1225-1227. 1995

- Pérez M. L. y E. Ponce. 2013. Manual de prácticas de laboratorio: Tecnología de carnes. Ciudad de México (México): Universidad Autónoma
- Small, A.; Claus, J.; Wang, H. y Marriot, N. (1995). "Particle size and mixing time effects on sensory and physical properties of low-fat, high-moisture pork frankfurters". *Journal Food Science*. 60 (1): 40.
- Silvera M. (2019). Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) universidad Peruana Los Andes Facultad de Ciencias de la Salud. Producción de truchas.
- Swatland, H. 1991. Estructura y Desarrollo de los Animales de Abasto. Editorial Acribia, España, 443 p.
- Recinos, T. industrialización de especies de bajo valor comercial de la pesca artesanal y aprovechamiento de subproductos de otras especies hidrobiológicas. Universidad de san Carlos de Guatemala – CEMA – DIGI. Guatemala, 2002. Consultado: 20/12/2019
URL:
http://digi.usac.edu.gt/bvirtual/investigacion_files/INFORMES/PUIDI/INF-2002-042.pdf
- Ustun, G.; Akova A.; Dandik, L. Oil content and Fatty Acid Composition of commercially important Turkish Fish Species. *Journal of American Oil Chem. Soc.* Vol 73 N° 3: 389-391. 1996.
- Fennema, O.; Química de alimentos. Acribia, Segunda edición. Editorial Acribia España

ESTRATEGIA TECNOLÓGICA EN EL DESARROLLO DE LA SUSTITUCIÓN DE CARNE DE PORCINO POR CARNE DE CUY (*Cavia porcellus*) EN LA ELABORACIÓN DE UN EMBUTIDO ESCALDADO SALUDABLE (salchicha)

TECHNOLOGICAL STRATEGY IN THE DEVELOPMENT OF THE SUBSTITUTION OF PORK MEAT FOR GUINEA PIG MEAT (*Cavia porcellus*) IN THE ELABORATION OF A HEALTHY BLANCHED SAUSAGE (sausage)

José Luis Solis Rojas^{a*}, Rodolfo Tello Saavedra^a, Mary Ana Luisa Porras Osorio^a

^aFacultad en Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP), Huancayo-Perú

*Autor correspondiente: jsolis@uncp.edu.pe

RESUMEN

La presente investigación titulada estrategia tecnológica en el desarrollo de la sustitución de carne de porcino por carne de cuy (*Cavia porcellus*) en la elaboración de un embutido escaldado saludable (salchicha), como objetivo principal es sustituir la carne de porcino por la carne de cuy para obtener un embutido saludable como la salchicha, esta estrategia fue usar la carne de cuy más la piel con alto contenido de colágeno, el diseño experimental fue usar sustituciones del 20%, 40%, 60% y 80% de sustitución con carne de cuy, en el análisis sensorial se aplicó una escala hedónica de 7 puntos con panel semi entrenado y el análisis estadístico fue a través de un análisis de varianza (ANOVA), con un nivel de significancia del 95%. Para determinar las diferencias entre las medias de los tratamientos se utilizó una prueba de Tukey con una probabilidad de $P \leq 0.05$. El diseño estadístico utilizado corresponde a un diseño de bloques completos al azar los resultados indican el nivel óptimo de sustitución entre los cinco tratamientos corresponde al tratamiento T2 (40% de sustitución con carne de cuy) con el calificativo de “Gusta Moderadamente a Gusta Mucho” destacando los valores promedios de 5.70; 5.70; 5.55 y 5.95 para los atributos de sabor, olor, color y textura de las salchichas, respectivamente, el diagrama de flujo seguido fue: materia prima, tratamiento termico, descarnado, mezclado, embutido, escaldado, enfriado, refrigerado.

Palabras clave: estrategia, salchicha, cuy

ABSTRACT

The present investigation titled technological strategy in the development of the substitution of pork meat for guinea pig meat (*Cavia porcellus*) in the elaboration of a healthy blanched sausage (sausage), as the main objective is to substitute pork meat for guinea pig meat. to obtain a healthy sausage such as sausage, this strategy was to use guinea pig meat plus skin with high collagen content, the experimental design was to use substitutions of 20%, 40%, 60% and 80% substitution with guinea pig meat, in the sensory analysis, a hedonic scale of 7 points with a semi-disruptive panel was applied and the statistical analysis was through an analysis of variance (ANOVA), with a significance level of 95%. To determine the differences between the means of the treatments, a Tukey test was obtained with a probability of $P \leq 0.05$. The statistical design used corresponds to a randomized complete block design. The results indicate the optimal level of substitution among the five treatments. It corresponds to treatment T2 (40% substitution with guinea pig meat) with the qualifier "Like Moderately to Like Much". highlighting the average values of 5.70; 5.70; 5.55 and 5.95 for the attributes of flavor, smell, color and texture of the sausages, respectively, the flow diagram followed was: raw material, heat treatment, fleshing, mixing, stuffing, scalding, cooling, refrigeration.

Keywords: strategy, sausage, guinea pig

1. INTRODUCCIÓN

El Perú es un país rico en biodiversidad ya que pone al alcance del ser humano una gran variedad de productos agropecuarios de alto valor nutritivo, que permiten obtener productos procesados de buena calidad, en el mercado local, regional y nacional el consumo y requerimiento de la carne de cuy, lo ha puesto como una de las actividades productivas de mayor difusión en nuestro país.

La carne de cuy comparada con la de otras especies brinda una elevada calidad nutricional siendo recomendada para infantes en crecimiento, mujeres embarazadas, personas de edad avanzada y deportistas, por lo que se evaluó su inclusión en la producción de salchicha, para los cual se utilizó carne de cuy de la raza Perú ya que contiene mayor cantidad de carcasa a diferencia de las otras razas (Jiménez, 2004).

El cuy es un mamífero originario de la zona andina, su crianza está generalizada en el ámbito rural por ser un animal rústico y productor de carne. Históricamente esta carne ha sido uno de los principales alimentos que ha consumido el hombre. Actualmente debido a sus bondades nutritivas y al desarrollo de la agroindustria, ha permitido a la carne ser uno de los alimentos más consumidos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En la presente investigación la materia prima usada es proveniente de una granja de cuyes familiar ubicada en el distrito de el Tambo-Huancayo, dentro de los materiales e insumos en el transcurso de la investigación fueron mesas de trabajo de acero inoxidable, termómetros, utensilios, insumos para la elaboración de salchicha, entre los equipos tenemos a moladora de carne capacidad 30 kg, cutter capacidad 9 kg, embutidora de piston capacidad 20 kg.

Para la elaboración de salchicha con la sustitución de carne de cuy fue procesado la carne de cuy en primer lugar se hizo un tratamiento térmico de 30 minutos a temperatura de ebullición adicionando verduras y condimentos para mejorar el sabor las carcasas de cuy fueron seleccionadas de 5 meses aproximadamente, terminada este tratamiento térmico solo se obtuvo la carne de cuy para dicha elaboración usando el siguiente diagrama de flujo: materia prima, tratamiento térmico, descarnado, mezclado, embutido, escaldado, enfriado, refrigerado.

Análisis sensorial. Se evaluaron los atributos sensoriales de sabor, olor, color y textura con un panel semi entrenado de 20 jueces a través de un formato de

escala hedónica, el signo experimental fue de sustituir en la formulación carne de cuy a 20%, 40%, 60%, y 80% por carne de cerdo.

Análisis Estadístico. Las calificaciones sensoriales obtenidas de los 20 catadores de laboratorio fueron tabuladas y procesadas estadísticamente a través de un análisis estadístico descriptivo para determinar los resultados promedios y la desviación estándar de la media, con la finalidad obtener las calificaciones promedios de cada tratamiento y cada atributo sensorial evaluado. Así mismo los datos obtenidos de las calificaciones de los catadores, fueron analizados estadísticamente a través de un análisis de varianza (ANOVA), con un nivel de significancia del 95%. Para determinar las diferencias entre las medias de los tratamientos se utilizó una prueba de Tukey con una probabilidad de $P \leq 0.05$. El diseño estadístico utilizado corresponde a un diseño de bloques completos al azar (DBCA), Wittig (2001).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Análisis proximal de la composición de la carne de cuy (*Cavia porcellus*)

CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD
Humedad	78,10 %
ceniza	1,20 %
Grasa	1,8 %
Proteína	19,00 %
Fibra	0,00%

La tabla 1 se tiene el contenido de su composición química de la carne de cuy resaltando la cantidad de proteínas y bajo contenido en grasas saturadas y colesterol. Bello (2010), la proteína como un componente principal considerado como una biomolécula es muy importante que ayude a prevenir enfermedades, el valor indicado se encuentra dentro del rango de 18 a 20% de proteínas.

En los últimos años hay cambios más evidentes entre la salud como también los elementos que conforman los estilos de vida como por ejemplo el estrés, actividad física, consumo de alcohol, tabaco etc), que tienen un papel muy importante en la dieta. La Organización Mundial de la Salud en un reciente informe destaca diversos aspectos dietéticos y lo relaciona con los estilos de vida; actividad física, estrés, alcohol y tabaco, mencionando que son los principales

factores de riesgo modificables para el desarrollo de diversas enfermedades, (WHO, 2003).

Tabla 2. Rendimientos de la carne de cuy

CARCASA DE CUY	PESO BENEFICIADO (g)	TRATAMIENTO TERMICO (g)	CARNE (g)	HUESO (g)	RENDIM.
1	690.00	552.00	308.90	243.10	44.77
2	730.00	586.00	372.80	213.40	51.07
3	590.00	482.80	277.70	205.10	47.07
4	1000.00	821.70	550.30	271.40	55.03
PROMEDIO					49.48

La tabla 2 indica los rendimientos de las muestras de carcasa de cuy que intervinieron en las formulaciones que representa un 49,48 % como promedio este rendimiento obtenido además de la carne incluye la piel el cual aumenta el rendimiento, pero participa en las formulaciones dándoles un olor y sabor muy agradable.

Controles Sensoriales

Análisis Sensorial y Estadístico

En la tabla 1, se muestra los resultados del análisis estadístico descriptivo realizado para el análisis sensorial a través de una prueba de aceptabilidad específica por atributos de sabor (gusto), olor, color y textura, de acuerdo con el procedimiento explicado en materiales y métodos.

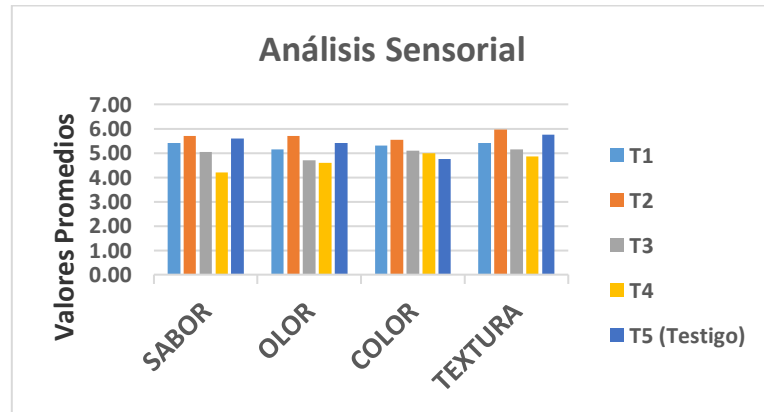
Tabla 3. Calificativos Promedios Obtenidos para los Tratamientos Evaluados Sensorialmente- Salchichas Saludables elaboradas con diferentes niveles de sustitución con carne de cuy.

Tratamientos	Sabor (x ± DE)	Olor (x ± DE)	Color (x ± DE)	Textura (x ± DE)
T1	5.40 ± 0.94	5.15 ± 1.04	5.30 ± 0.86	5.40 ± 0.75
T2	5.70 ± 1.17	5.70 ± 1.03	5.55 ± 1.10	5.95 ± 0.89
T3	5.05 ± 0.51	4.70 ± 0.92	5.10 ± 1.55	5.15 ± 1.04
T4	4.20 ± 1.01	4.60 ± 1.05	5.00 ± 0.92	4.85 ± 1.89
T5 (Testigo)	5.60 ± 0.99	5.40 ± 1.27	4.75 ± 1.37	5.75 ± 1.16

T1: 20% de sustitución con carne de cuy; **T2:** 40% de sustitución con carne de cuy; **T3:** 60% de sustitución con carne de cuy; **T4:** 80% de sustitución con carne de cuy **T5:** Testigo con 0% de carne de cuy

Los resultados nos muestran el promedio de calificaciones de los catadores por cada tratamiento y la desviación estándar de la media, utilizando una escala hedónica de 7 puntos.

Figura 1. Representación gráfica de los valores promedios de la evaluación sensorial.



T1: 20% de sustitución con carne de cuy; **T2:** 40% de sustitución con carne de cuy; **T3:** 60% de sustitución con carne de cuy; **T4:** 80% de sustitución con carne de cuy; **T5:** Testigo con 0% de carne de cuy.

la Figura 1, muestra la representación gráfica de los valores promedios de la evaluación sensorial de Salchichas Saludables elaboradas con diferentes niveles de sustitución con carne de cuy por carne de porcino

Análisis de Varianza y Prueba de Diferencia de Medias

Así mismo los resultados obtenidos en la evaluación sensorial fueron tabulados y procesados estadísticamente mediante un análisis de variancia (ANOVA) y de comprobarse el establecimiento de diferencias estadísticas entre los tratamientos se aplicó una prueba de diferencia de medias de Tukey, utilizando una probabilidad estadística de $P \leq 0.05$. Los datos fueron procesados mediante un diseño de bloques completamente al azar (DBCA).

En la tabla 2, se muestra los resultados del análisis de variancia y prueba de Tukey de la evaluación sensorial de aceptabilidad específica, utilizando el Software estadístico SPSS versión 22.

Tabla 4: Resultados del Análisis de Varianza (ANOVA) y Prueba de Tukey en el Análisis Sensorial de Aceptabilidad Especifica por Atributos de Salchichas Saludables Elaboradas con Diferentes Niveles de Sustitución con Carne de Cuy

		ANOVA									
Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. (alfa = 0.05)	T1	T2	T3	T4	T5	
Sabor	Tratamientos	29,440	4	7,360	10,405	,000	a	a	a	b	a
	Panelistas	32,190	19	1,694	2,395	,004					
	Error	53,760	76	,707							
	Total	115,39	99								
Olor	Tratamientos	17,240	4	4,310	7,806	,000	ab	a	b	b	a
	Panelistas	66,590	19	3,505	6,348	,000					
	Error	41,960	76	,552							
	Total	125,79	99								
Color	Tratamientos	7,340	4	1,835	2,284	,068	a	a	a	a	a
	Panelistas	73,640	19	3,876	4,824	,000					
	Error	61,060	76	,803							
	Total	142,04	99								
Textura	Tratamientos	15,760	4	3,940	4,604	,036	ab	a	ab	b	a
	Panelistas	29,560	19	1,556	1,818	,002					
	Error	65,040	76	,856							
	Total	110,36	99								

Los embutidos escaldados saludables elaborados con diferentes niveles de sustitución de carne de porcino por carne de cuy, fueron evaluados sensorialmente mediante una prueba de aceptabilidad específica en los atributos de sabor, olor, color y textura, mediante un panel afectivo semi entrenado o de laboratorio constituido por 20 catadores quienes evaluaron los tratamientos y atributos a través de una escala hedónica de 7 puntos, los cuales determinaron que el nivel óptimo de sustitución entre los cinco tratamientos corresponde al tratamiento T2 (40% de sustitución con carne de cuy) con el calificativo de “Gusta Moderadamente a Gusta Mucho” destacando los valores promedios de 5.70; 5.70; 5.55 y 5.95 para los atributos de sabor, olor, color y textura de las salchichas, respectivamente. Surco (2011).

El resultado del análisis estadístico de varianza y la prueba de diferencia de medias de Tukey, utilizando una probabilidad estadística de $P \leq 0.05$, nos muestra que no existe diferencia entre las medias de los cinco tratamientos en el Color. Sin embargo, se encontró diferencia significativa en el sabor, color y textura de los embutidos escaldados saludables (salchichas) elaborada

con diferentes niveles de sustitución de carne de cuy por carne de porcino, el mismo que confirma que el tratamiento T2 (40% de sustitución con carne de cuy), constituye el mejor nivel de sustitución con el calificativo de “Gusta Moderadamente a Gusta Mucho”.

4. CONCLUSIÓN

Una de las estrategias aplicadas es la adición de la carne de cuy incluido la piel rica en colágeno.

El rendimiento de la canal de cuy es de 49,48%, incluido la piel, disminuyendo los costos unitarios.

El porcentaje optimo después el análisis sensorial y estadístico es de 40% de sustitución con carne de cuy que tiene buenas características organolépticas.

El diagrama de flujo seguido fue: materia prima, tratamiento termico, descarnado, mezclado, embutido, escaldado, enfriado, refrigerado.

Contribución de los autores: Autor 1 realizó los experimentos y procesamiento de datos. Autor 2 realizo la búsqueda de información, artículos científicos. Autor 3 realizo el análisis sensorial y estadístico.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener conflictos de interés.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anzaldúa, M.A. (1994) “La evaluación Sensorial de los alimentos en la Teoría y la Práctica” Editorial Acribia S.A. Zaragoza (España).
- Bello, J. 2010. “*Carnes y derivados*” en A. Gil, *Tratado de Nutrición: A. G. HComposición y Calidad Nutritiva de los Alimentos*, 2da edición, Editorial Médica Panamericana, España.
- Bressani V. (2006) *Evaluación sensorial de una mortadela elaborada a base de diferentes niveles de inclusión de carne mecánicamente deshuesada (MDM) de pollo*. Licenciatura thesis, Universidad de San Carlos de Guatemala. GT, USAC/FMVZ; 2006. 32 p.
- Colomer-Rocher, F. (1988): Estudio de los parámetros que definen los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales bovinas. IV Curso Internacional de Producción de Carne y Leche a base de Pastos y Forrajes. CIAM, 90 p.
- Hart, 1991 y Kierket, 1996; Manual de fundamentos y técnicas de análisis de alimentos
- Jiménez Colmenero F. (2004). Estrategias tecnológicas en el desarrollo de productos cárnicos funcionales. En: *La Carne y Productos Cárnicos como Alimentos Funcionales*. Editado por F. Jiménez Colmenero, F. J. Sánchez-Muniz and B. Olmedilla, Madrid. editec@red. p 75-90.
- Ramírez-Navas, J. Murcia S, C. & Castro C, V. (2014). Análisis de aceptación y preferencia del manjar blanco del valle. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(1), 20-27. Retrieved March 09, 2022, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612014000100003&lng=en&tlng=es.
- Surco Almendras, Juan Carlos, & Alvarado Kirigin, Juan Antonio. (2011). Estudio estadístico de pruebas sensoriales de harinas compuestas para panificación. *Revista Boliviana de Química*, 28(2), 79-82. Recuperado en 09 de marzo de 2022, de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602011000200005&lng=es&tlng=es.
- Téllez Villena, José. 1990. *Tecnología e Industrias Cárnicas*. Tomo I – II. Artes.
- Wilson A. 1990 “Inspección de Prácticas de la Carne” Editorial. Acribia Zaragoza – España
- Wittig R, E. (2001). Evaluación sensorial: Una metodología actual para tecnología de alimentos. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/121431>
- Who. (2003). *Diet, Nutrition and the Prevention of chronic diseases*. WHO Technical report Series 916
- Zevallos San Martín, D. 1990. El Cuy su cría y Explotación. Edición EN.CA.S.
- Zea, J.; Díaz, M.D. (1991): La calidad de la carne en relación con los sistemas de producción. *Bovis*, 39:45-57.

SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN EN LABORATORIOS DE ENSEÑANZA DE LA FAIIA

INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM IN FAIIA TEACHING LABORATORIES

Ángel Hector Zárate Malpica^{a*}, Aracelly Espinal Tufino^b, Inés Estrella Espinoza^b

^a Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo-Perú

^b Investigador independiente

* Autor correspondiente: azarate@uncp.edu.pe

RESUMEN

El proyecto de investigación, denominado Sistema integrado de Gestión en Laboratorios de enseñanza de la FAIIA, es una iniciativa orientada a plantear un sistema integrado de Gestión de Calidad en cuatro laboratorios de enseñanza aprendizaje de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, basado en las Normas: ISO 9001:2015; ISO 14001:2015 e ISO 45001:2018. Para ello se ha utilizado el método descriptivo explicativo para cada laboratorio en cuestión. La información necesaria fue obtenida mediante sesiones de trabajo con los responsables de los laboratorios, así como entrevistas semi estructuradas a las autoridades de la organización como parte de la implementación del sistema de gestión de calidad ISO 9001.2015 de la FAIIA. También se ha establecido la matriz de identificación y evaluación de aspectos ambientales de cada uno de los laboratorios considerados en el proyecto. Finalmente, se presenta una propuesta de implementación de un sistema de gestión integrado, acorde a los requerimientos de los laboratorios de enseñanza de la facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la UNCP.

Palabras clave: Sistema integrado, gestión, laboratorio, enseñanza.

ABSTRACT

The research project, called the FAIIA Integrated Management System in Teaching Laboratories, is an initiative aimed at proposing an integrated Quality Management system in four teaching-learning laboratories of the Faculty of Engineering in Food Industries, based on the Standards: ISO 9001: 2015; ISO 14001: 2015 and ISO 45001: 2018. For this, the descriptive explanatory method has been used for each laboratory in question. The necessary information was obtained through work sessions with those responsible for the laboratories, as well as semi-structured interviews with the organization's authorities as part of the implementation of the FAIIA's ISO 9001.2015 quality management system. Finally, a proposal for the implementation of an integrated management system is presented, according to the requirements of the teaching laboratories of the Faculty of Engineering in Food Industries of the UNCP.

Keywords: Integrated system, management, laboratory, teaching.

1. INTRODUCCIÓN

La comercialización mundial de alimentos, así como el de los insumos para la industria alimentaria, es una de las actividades que mayor se ha dinamizado en los últimos tiempos con el uso intensivo de la tecnología y los medios de comunicación. Es en este contexto que los actores y agentes comerciales los que de alguna manera definen los sistemas de control que deben aplicarse a los productos a comercializar y de esta manera poder garantizar la “calidad” del producto, con

la finalidad de satisfacer las exigencias cada vez mayores de los consumidores a su vez más informados.

De esta manera, se han establecido diversos sistemas de control de calidad e inocuidad de los productos, sobre la base de normas, protocolos, y otras herramientas que permiten, a través de procesos de certificación, ejercer mayor control desde el origen del alimento, hasta que llega al consumidor final.

Actualmente, los granos andinos como la quinua, tienen una importancia fundamental en las diversas regiones del país y países vecinos. No solo forman parte de la dieta ancestral, sino que han alcanzado mucho valor a nivel internacional. Sus aportes nutricionales son extraordinarios y tienen una creciente demanda. En el mercado interno, al consumo tradicional en las comunidades campesinas y poblaciones locales, se ha sumado una mayor demanda asociada al boom gastronómico y la cocina «Novo-andina».

Según la OMS y la FAO, la quinua es el alimento ideal para el ser humano porque su proteína contiene el mejor balance de aminoácidos, incluyendo los ocho aminoácidos esenciales. La Asamblea General de la Naciones Unidas declaró el año 2013 «Año internacional de la quinua» (FAO 2012).

En este contexto, los productores de la Asociación Heroínas Toledo manifiestan un aporte considerable de tierras para el cultivo de quinua. Los miembros de esta Asociación siembran de manera alternada diversos cultivos como quinua; arveja; maíz choclo y maíz amiláceo; papa; verduras, entre otros.

El presente trabajo, constituye un aporte significativo de la integración entre el ente académico como es la Universidad Nacional del Centro del Perú y los productores de la Asociación Heroínas Toledo para desarrollar la investigación de manera conjunta.

Inocuidad

La inocuidad es definida por la Real Academia de la Lengua Española como “el carácter de ser inocuo,” e inocuo es definido como “que no causa daño”. Con excepción de alimentos específicos que poseen componentes que pueden causar una reacción alérgica en personas sensibles, los alimentos por sí solos no causan daño. El daño a la salud puede ser causado por agentes que pueden estar presentes en el producto. Estos agentes pueden ser físicos, biológicos y químicos; que al ser ingeridos por la población consumidora puede dar lugar a los denominados ETAS.

Por consiguiente, la “Inocuidad” es la condición de los alimentos que garantiza que no causaran daño al consumidor cuando se preparen y /o consuman de acuerdo con el uso al que se destinan.

Calidad

Según Engo *et al.* (2015) la calidad podría definirse como “la combinación de características que establecen la aceptabilidad de un producto”. En el caso particular de los alimentos es necesario considerar, dentro del concepto de calidad, a distintos factores críticos como la

conformidad con estándares regulatorios de mercado aspectos de inocuidad, y la satisfacción de las expectativas del consumidor.

Aspectos del Distrito de Orcotuna y de la Asociación

El distrito de Orcotuna está situado a 15 kilómetros de la ciudad de Huancayo, capital del departamento de Junín. El acceso a los mercados principales como Lima, Huancayo y la Selva Central está dado mediante vías asfaltadas. Tiene una superficie de 42,563 Km², está ubicado a una altura de 3 250 metros sobre el nivel del mar.

La Asociación de Productores Heroínas Toledo, está legalmente constituida en Registros Públicos, cuenta con RUC para sus transacciones comerciales; está conformada por 25 socios que participan con relativa frecuencia en las actividades de la organización. El 60% de sus tierras cuenta con riego donde se obtiene doble campaña y siendo la quinua un cultivo rotativo en los campos de papa, haba, arveja. El restante de sus tierras es en secano y solo se cultiva en campaña grande, a expensas de las lluvias de temporada.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En el desarrollo del trabajo se ha utilizado el método descriptivo explicativo, con la finalidad de: primeramente, hacer un diagnóstico de la situación en el que la Asociación de productores viene trabajando en el cultivo y comercialización de la quinua. Posteriormente se ha realizado trabajos de campo con los integrantes para identificar el estado de desarrollo de las exigencias de calidad e inocuidad en la producción de quinua.

Para la recolección de la información se ha realizado una encuesta a un total de diecisiete de los veinticinco socios de la organización. También se ha utilizado la técnica de entrevista semi estructurada, que consiste en utilizar una guía con temas previamente establecidos con el objeto de ir formulando las preguntas y guiando la entrevista (Sampieri, Fernández y Baptista, 1995). En base a esta técnica se ha obtenido la información primaria de los directivos de la asociación de productores.

3. RESULTADOS

El avance vertiginoso del comercio nacional e internacional en las últimas décadas y en un contexto de mayor globalización, ha devenido en una creciente preocupación por la calidad e inocuidad de los alimentos por parte del consumidor cada vez más informado, hecho

favorecido por el uso del internet y las redes sociales durante los últimos tiempos.

En tal sentido en la Tabla 1 se aprecia los diversos peligros más comunes posibles de ser encontrados a lo largo de la cadena agroalimentaria de varios productos entre los que se encuentra la quinua. Estas forman parte del estado actual y tendencias en cuanto a inocuidad de los alimentos se refiere.

Tabla 1. Peligros en la Cadena Agroalimentaria

Peligro	Descripción/características/ejemplos
Biológicos	Son agentes de origen biológico que pueden contaminar a los alimentos y causar las denominadas ETAS. Entre ellas tenemos: Salmonella spp, Campylobacter spp, Escherichia coli, Listeria monocitogenes, etc.
Patógenos bacterianos	
Virus	Como el Coronavirus SARS, Virus de la influenza aviar (zoonosis animal), Norovirus, Virus de hepatitis A. etc.
Parásitos	Organismos que viven sobre o en el interior de un huésped y se desarrollan a sus expensas. Tenemos: La Trichilella spp. Echinococcus multilocularis.
Químicos	Son sustancias producto del uso en el cultivo y manipuleo de la cadena agroalimentaria. Tenemos: Antibióticos en general: Productos clorados como el cloranfenicol, cloroformo. Otros como el Dimetridaózol, Metrónidazol, Nitrofuranos, etc.
Residuos farmacológicos y fitosanitarios	
Micotoxinas	Plaguicidas: Captafol, Clordano, DDT, Dieldrín, Heptacloro, Fosfamidón, Parathion, etc. Son toxinas producidas por ciertos hongos: Aflatoxinas, Ocratoxina A, etc.
Metales pesados	Generalmente se encuentran en forma química y ampliamente distribuidas. Tenemos: Arsénico (As), cadmio (Cd), mercurio (Hg), plomo (Pb) y aluminio (Al). Son persistentes y bioacumulables.
Disruptores Endocrinos	Son sustancias exógenas que de alguna manera altera la función del sistema endocrino y ocasiona daños al consumidor. Tenemos: Los micoestrógenos producidos por hongos del género Fusarium. Contaminantes ambientales como dioxinas, benzopireno, metales pesados. Residuos de plaguicidas y algunos contaminantes de proceso como el bisfenol A, ftalatos.
Alérgenos alimentarios	Son sustancias presentes en algunos alimentos que por su naturaleza son potencialmente alergénicos: Leche, huevo, pescado, mariscos, maní, soja, trigo, etc. También algunos compuestos químicos utilizados como conservantes: Ácido sórbico, ácido benzoico, propionato sódico, dióxido de azufre, sulfitos y bisulfitos, etc.

Fuente: Elaborado sobre la base de: Actualización en Nutrición VOL 14 - N° 4-Dic. 2013 y Engo et al. (2015)

Tabla 2. Organizaciones vinculadas a la Calidad Alimentaria en el Perú

Organización	Descripción/participación/propósito
INACAL	Organismo público técnico especializado dependiente del Ministerio de la Producción. Ente rector y máxima autoridad técnico-normativa del Sistema Nacional para la Calidad, responsable de su funcionamiento en el marco de la Ley N.º 30224.
INDECOPI	Organismo Público Especializado adscrito a la Presidencia del Consejo de Ministros. Tiene como propósito la promoción de normas de leal y honesta competencia entre los agentes de la economía peruana.
INIA	Organismo técnico especializado del Ministerio de Agricultura y Riego y ente rector del Sistema Nacional de Innovación Agraria (SNIA). Tiene como propósito, realizar investigaciones y ejecutar diversas actividades que facilitan el desarrollo y fortalecimiento de la innovación tecnológica agraria nacional.
PROMPERU	Organismo Público técnico especializado con personería jurídica de derecho público interno; adscrita al Ministerio de Comercio Exterior y Turismo.
SENASA	Organismo Público Técnico Especializado dependiente del Ministerio de Agricultura. Tiene Autoridad Oficial en materia de Sanidad Agraria. Brinda servicios de inspección, verificación y certificación fitosanitaria. Capacita a profesionales y técnicos para que presten mejor servicio.
SANIPEZ	Es el organismo técnico especializado, adscrito al Ministerio de la Producción. Es la encargada de normar, supervisar y fiscalizar la sanidad e inocuidad en toda la cadena productiva de los recursos y productos pesqueros y acuícolas.
DIGESA	Es el órgano técnico normativo nacional que tiene el propósito de orientar sus acciones a proteger la salud de la población, a través de certificación, prevención, vigilancia, fiscalización y control de los riesgos sanitarios en materia de salud ambiental, inocuidad alimentaria y salud ocupacional.

Fuente: Elaborado sobre la base de la información del portal de las organizaciones indicadas.

La Tabla 2 muestra las diversas organizaciones a nivel nacional que de alguna manera participan en el establecimiento de la normatividad y legislación nacional relacionadas a la inocuidad de los alimentos, todos ellos orientados a velar por la salud del consumidor, al mismo tiempo con el propósito de garantizar el suministro suficiente y oportuno de los alimentos y a su vez tratar que esta legislación y normatividad no constituya obstáculo alguno al libre comercio de alimentos a nivel local y mundial.

Del cultivo de la quinua en la Asociación

Las labores de siembra de la quinua lo realizan durante los meses de octubre y noviembre

principalmente, ello en los terrenos bajo riego. Algunos manifiestan hacerlo en el mes de diciembre cuando se hacen presentes las lluvias que marcan el inicio del invierno y la temporada agrícola en la sierra de nuestro país.

Para la fertilización, algunos señalan hacerlo durante la preparación del terreno para lo cual adquieren abonos sintéticos en casas comerciales agropecuarias. Utilizan principalmente fosfato de amonio y calcio. En otros casos siembran haciendo uso del denominado guano de corral, que proviene de los animales que crían como parte de sus actividades agropecuarias, tales como: vacuno, ovino. Animales menores como cuyes, conejos, aves, entre otros.

En cuanto al manejo sanitario, no realizan planificación alguna, lo efectúan ya cuando aprecian la presencia de plagas y/o enfermedades. Este hecho se da cuando generalmente hay exceso de lluvias y da lugar a la presencia de ciertos hongos en el cultivo de la quinua. Hacen uso de fungicidas comerciales para combatir al mildiú y a los pulgones principalmente.

Los integrantes de la Asociación manifestaron sembrar la variedad de quinua: Quinua Blanca Huahuas, que es la variedad que más se adapta a las tierras agrícolas del distrito, indican que tienen ya varios años de experiencia en el cultivo de este seudocereal y que generalmente rotan las tierras de cultivo con el sembrío de Maíz, cebada, trigo y algunas hortalizas y verduras respectivamente.

En cuanto a las labores culturales, indican que la preparación del terreno es importante y en esta labor, incorporan abundante guano de corral para mejorar las condiciones de la tierra de cultivo, sin embargo, manifiestan que no hacen ningún análisis de suelo, debido principalmente a la falta de infraestructura y apoyo técnico para ello y también porque de alguna manera significa un costo adicional en la producción. Manifiestan también la presencia de mucha maleza en el cultivo, de manera que hacen uso de herbicidas comerciales (glifosato) hasta en tres ocasiones durante el periodo vegetativo de la quinua que en promedio dura alrededor de 5 a 6 meses para la variedad que cultivan.

Para las labores de cosecha, la mayoría alquila una maquina trilladora estacional que permite separar el grano de quinua de las panojas. Algunos que tienen mayor extensión de tierras hacen uso de una segadora trilladora, la misma que permite obtener mejores resultados a la hora de cosechar los granos de quinua. Para estas labores no cuentan con capacitación y asesoramiento alguno; sucede que en ocasiones hay

mucha humedad y da lugar a pérdidas por deterioro del grano de quinua.

De la encuesta realizada: El 100% de los encuestados manifiesta no llevar un registro permanente de los agroquímicos que utiliza en el cultivo de la quinua. Referente a estos últimos manifiestan utilizar principalmente superfosfato triple; guano de isla; guano de corral, proveniente de sus animales que crían; urea y nitrato de amonio principalmente. También fungicidas y herbicidas comerciales.

Las plagas o enfermedades más comunes indicadas son: los hongos como el mildiú, cuando hay mucha lluvia; la gusanera y los pulgones. También la presencia de mucha maleza, sobre todo en terrenos bajo riego. Ante estos problemas recurren principalmente a las tiendas agropecuarias para hacer la consulta de que producto utilizar, tal como observamos en la Tabla 3 donde el 76,47% de los encuestados acude a estos establecimientos para ser asesorados en cuanto a los productos a utilizar frente a las plagas y enfermedades del cultivo de quinua.

Tabla 3. Alternativas de consulta a plagas y enfermedades

Alternativa	Nro.	%
Ing. Agrónomo	1	5,88
Tienda Agropecuaria	13	76,47
SENASA	1	5,88
Técnico Agropecuario	2	11,76
	17	100,00

En cuanto a la comercialización, la mayor proporción es a nivel local en los mercados de Huancayo y Chupaca. Asimismo, es la mayor sensibilidad a los precios los determinantes de la comercialización, tal como se aprecia en las Tablas 4 y 5 respectivamente.

Tabla 4. Lugar de comercialización de quinua

Alternativa	Nro.	%
Mercado local	12	70,59
Acopiador Mayorista	4	23,53
Lima	1	5,88
Mercado externo	0	0,00
	17	100,00

Tabla 5. Factores determinantes de la comercialización

	Nro.	%
El precio	12	70,59
La cantidad	3	17,65
Fidelidad del Cliente	1	5,88
Continuidad	1	5,88
	17	100,00

El 100% de encuestados conoce los tipos de peligros existentes: Físicos, biológicos y químicos que se pueden encontrar en el cultivo y comercialización de la quinua y lo manejan con relativa facilidad; sin embargo, es la mayor sensibilidad a los ingresos y precios del producto los determinantes durante el proceso de comercialización del grano de quinua. Asimismo, muestran preocupación por la gestión de la calidad del producto, pero dado las limitaciones de infraestructura y equipamiento (laboratorios) no hacen análisis alguno. Muestran también preocupación por las fluctuaciones en los precios, exigiendo de alguna manera la presencia del estado con algunas medidas de regulación, así como precios de refugio al productor por parte del estado.

4. DISCUSIONES

De las tendencias para la certificación

En este aspecto se puede indicar que las exigencias en cuanto a la calidad e inocuidad de la quinua está en aumento, dada la mayor información que tiene el consumidor. En nuestro país contamos con algunas normas y estándares de calidad para la comercialización de la quinua: Entre estos, podemos citar a la Norma Técnica Peruana NTP 205.062 2009/INDECOPI-CNB, la misma que fue publicada en julio del año 2009. Esta Norma regula los estándares de calidad de la quinua en grano. Fue elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Productos Agroindustriales de Exportación con el aporte de PROMPERÚ, SENASA, Sierra Exportadora, Universidad Nacional del Altiplano, Universidad Peruana Unión, entre otras. Esta Norma tiene el propósito de establecer las características que deben cumplir los granos de quinua para ser comercializada.

También tenemos al documento elaborado por la Dirección de insumos agropecuarios e inocuidad agroalimentaria del SENASA, referido al PROCEDIMIENTO: CERTIFICACIÓN SANITARIA Y FITOSANITARIA DE QUINUA GRANO

(Chenopodium quinoa) PARA EXPORTACIÓN. PRO-SCV/SCB/SIAG/SPO-01.

Asimismo, el documento: Especificaciones Técnicas de los Alimentos que forman parte de la prestación del servicio Alimentario del Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma. ESP-003PNAEQW-UOP aprobado por Resolución de Dirección Ejecutiva N° 420-2018-MIDIS/PNAEQW para la comercialización de diversos alimentos entre los cuales se encuentra la quinua y sus derivados en hojuelas, extruidos y harinas precocidas para el Programa indicado.

También podemos señalar a la Resolución Ministerial N° 1006-2016-MINSA publicada en el Diario Oficial El Peruano el 30 de diciembre del año 2016, en el que “Aprueban Norma Sanitaria que establece los Límites Máximos de Residuos (LMR) de plaguicidas de uso agrícola en alimentos de consumo humano, aprobado el día 29 de diciembre del año 2016, con la finalidad de proteger la salud de la población; en conformidad con el Decreto Legislativo N°1062, Ley de Inocuidad de los Alimentos.

Dentro de todos los alimentos considerados por grupos o matrices vegetales se considera a la quinua dentro de la matriz de cereales juntamente con el maíz y el arroz respectivamente.

Pese a contar con mayores exigencias en cuanto a calidad e inocuidad de los alimentos y contar también con la participación de numerosas instituciones como. INACAL, INDECOPI, INIA, PROMPERÚ, SENASA, SANIPEZ, DIGESA, entre otras, la preocupación por la calidad e inocuidad de los productores de quinua de la asociación Heroínas Toledo de Orcotuna, en muchos casos, deja paso a la mayor sensibilidad a los precios durante el proceso de comercialización del producto.

Si bien se tiene la normatividad y las instituciones encargadas de velar por la calidad e inocuidad del producto; es la decisión del consumidor y de los productores los que determinan las condiciones de comercialización, sobre todo en un contexto de estructura de mercado oligopsónico a las que se encuentran sometidos sobre todo los pequeños y medianos productores agrícolas en el país, como señala Cannock y Gonzales (1994).

Finalmente podemos señalar que, si bien la preocupación por la calidad e inocuidad de los productos a ofertar por parte de los productores está siempre presente, es la sensibilidad a los precios y a los ingresos los determinantes a la hora de la comercialización. Asimismo, toda iniciativa y apoyo por parte de

instituciones estatales y no gubernamentales están orientadas al incremento de la productividad como alternativa de competitividad; sin embargo, para aumentar la productividad recurren al uso indiscriminado de agroquímicos en el cultivo y paradójicamente este aumento de la producción se traduce en menores precios en el mercado a la hora de comercializar el producto. Por consiguiente, parafraseando a Standage et al. (2008) podríamos decir que es necesario resolver de manera más equitativa y solidaria las ambigüedades presentes en la normatividad actual referida a la calidad e inocuidad de los alimentos.

5. CONCLUSIONES

Las exigencias en cuanto a calidad e inocuidad alimentaria en la producción de quinua de la asociación estudiada son muy incipientes debido a la falta de infraestructura, equipamiento y apoyo en la gestión de calidad a la organización y a sus integrantes.

En cuanto a las tendencias para la certificación de la quinua y sus procesos; se cuenta con la normatividad y las instituciones especializadas para el caso; sin embargo, es la sensibilidad a los precios y a los ingresos los determinantes a la hora de comercializar el producto.

La realización del presente trabajo ha permitido de alguna manera, sensibilizar a los productores de la Asociación a la aplicación y cumplimiento de la normatividad nacional e internacional para garantizar la calidad e inocuidad en la producción de quinua.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener conflictos de interés.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cannock, G. y Gonzales, A. (1994) *Economía Agraria*. Universidad del Pacífico. Primera edición. Lima-Perú.
- Dirección General de Epidemiología DGE del Ministerio de Salud MINSA, 2012; Boletín Epidemiológico N°50, vol 21. Disponible en: <http://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/boletines/2012/50.pdf>
- El Peruano, Diario Oficial (2016) Lima- Perú.
- Engo, N. Fuxman, A. González, C. Negri, L. Polenta, G. y Vaudagna, S. (2015). *Desarrollo de las exigencias sobre calidad e inocuidad de alimentos en el mundo, 2025*; 1a ed. Compendiada; - Buenos Aires, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.
- FAO (2012) Año 2013 será el año internacional de la quinua.
- Organización Mundial de la Salud OMS, 2015; 10 facts on food safety. Disponible en: http://www.who.int/features/factfiles/food_safety/en/index.html
- Organización panamericana de la Salud OPS, 2015; *Los alimentos insalubres causan más de 200 enfermedades*. Disponible en: http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10639%3A2015-los-alimentos-insalubres-causan-mas-de-200enfermedades
- Sampieri, R. Fernández, C. y Baptista, L. (1995) *Metodología de la Investigación*. Ediciones McGraw-Hill. Impreso por Panamericana Formas e Impresos S.A. Colombia.
- Standage, T. Booth, T. Carr, G. Edwards, B. Kluth, A. Loder, N. Siegele, L. y Vaitheeswaran, V. (2008) *El Futuro de la Tecnología*. Empresa Editora El Comercio S.A. Lima 1- Perú. *de fiabilidad y seguridad*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-6269-8>

CONOCIMIENTO SOBRE HIGIENE EN LA MANIPULACIÓN DE ALIMENTOS EN MANIPULADORES DE MERCADOS DE ABASTO DEL DISTRITO DE EL TAMBO, HUANCAYO, JUNÍN

KNOWLEDGE ABOUT HYGIENE IN FOOD HANDLING IN FOOD SUPPLY MARKET HANDLERS DISTRICT OF EL TAMBO, HUANCAYO, JUNÍN

Maria Libia Gutiérrez Gonzales^{a*}, Eduardo Simeón Balvín Calderon^a, Manuel Álvarez Gomez^b, Katherine Chanco^b

^a Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP), Huancayo-Perú

^b Egresado de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional del Centro del Perú

*Autor corresponsal: mgutiérrez@uncp.edu.pe

RESUMEN

El presente artículo realiza una revisión para evaluar el nivel de conocimiento sobre las buenas prácticas de higiene de los manipuladores de alimentos en mercados de abastos como un factor importante en la transmisión de enfermedades infecciosas. De los estudios realizados en nuestro país y otros países existe un suficiente o marcado conocimiento de los manipuladores con respecto a las buenas prácticas de manipulación de alimentos (BPM) en los mercados de abasto, sin embargo, muchos no aplican o aplican en forma deficiente que conlleva a la contaminación de alimentos y al riesgo de contraer enfermedades infecciosas, otros hechos manifiestan, un uso incorrecto del uniforme y falta de aseo personal, muchos no cuentan con certificado de salud y/o carné sanitario. Otros estudios también señalan que durante el proceso de venta o elaboración de los alimentos los manipuladores cogen y cobran, a la vez, siendo un evento igualmente potencial para la transmisión de enfermedades por alimentos (ETAS). Los estudios también muestran que gran parte de los mercados de abastos del país presentan deficiencias higiénicas en pisos, techos, puestos de venta, mala distribución de puestos por falta de un debido control por parte del área de Vigilancia Sanitaria de los Municipios.

Palabras clave: conocimiento, manipulador, higiene, sanitario, mercado de abasto, alimento.

ABSTRACT

This article carries out a review to evaluate the level of knowledge about good hygiene practices of food handlers in food markets as an important factor in the transmission of infectious diseases. From studies carried out in our country and other countries, there is sufficient or marked knowledge of food handlers regarding good food handling practices (BPM) in food markets, however, many do not apply or apply poorly that. It leads to food contamination and the risk of contracting infectious diseases, other facts manifest, an incorrect use of the uniform and lack of personal cleanliness, many do not have a health certificate and /or health card. Other studies also indicate that during the process of selling or preparing food, handlers take and charge at the same time, being and equally potential event for the transmission of foodborne diseases (ETAS). The studies also show that a large part of the country's food markets have hygienic deficiencies in floors, roofs, stalls, poor distribution of stalls due to lack of proper control by the Health Surveillance area of the Municipalities.

Key words: knowledge, handler, hygiene, sanitary, food, food market.

1. INTRODUCCIÓN

Estudios muestran que la venta de alimentos en los mercados de abasto es usual en Sudamérica y Centroamérica, que representa una forma de generar recursos económicos para gran cantidad de personas. Sin embargo, esta forma de venta suele ser un peligro sanitario para el público consumidor cuando es efectuada por manipuladores con deficiente conocimiento de las buenas prácticas de higiene en la producción de alimentos (ONU, 2009). Estudios también muestran que un deficiente manipuleo e higiene puede provocar infección bacteriana a partir de los alimentos que se expenden, causa que representa un peligro muy importante relacionado con el surgimiento de infecciones en Sudamérica y Centroamérica (Carrasco, M.; Guevara, B. y Falcón, N. 2013).

La OMS (2020) informa que son las infecciones diarreicas las más comunes y que están relacionadas a la ingesta de alimentos contaminados, que provocan enfermedad cerca a 550 millones de sujetos y 230 000 decesos anualmente (Ver Tabla 1). En el Perú las infecciones producidas por alimentos (ETAS) se presenta principalmente en la población con mayor pobreza. Casi un 90% de estas enfermedades se producen por la ingesta de alimentos insalubres que se expenden en los mercados de abastos (Maestre & Muñoz 2008). En una investigación que se hizo en el distrito de Comas se evidenció que un 98% de puntos de expendio de alimentos de mercados de abasto no contaban con tachos para botar la basura y un 72% de los manipuladores no tenían capacitación en buenas prácticas de higiene. En otro estudio realizado en mercados de abastos de la ciudad de Lima se mostró que un 75% de personas que manipulan alimentos no practican las Buenas Prácticas de Manipuleo de alimentos, por lo que no muestran prácticas preventivas. El 57% mostraron carné de sanidad; sin embargo, el 70% de estas personas que manipulan los alimentos no mostraron un aspecto personal deseable. (Huamán & Zárate 2017)

La seguridad alimentaria es uno de los principales objetivos, de estos últimos años, es así que las entidades del estado buscan preservar la salud de la población. Por ello han aumentado las normativas que aseguren la producción y comercialización de alimentos. Por lo anterior, los temas toxicológicos y de higiene han tomado gran importancia de manera que permitan evitar los peligros que se pueden producir dentro de la producción y comercialización de alimentos. El control sanitario de alimentos tiene por objetivo que el cliente

adquiera alimentos sanos, inocuos, nutritivos y de buena aceptabilidad.

De lo expuesto es importante considerar que un buen manipuleo de alimentos es el soporte primordial que frena las enfermedades transmitidas por alimentos (ETAS). Por lo que es importante evaluar el nivel de conocimiento de los manipuladores de alimentos sobre las Buenas Prácticas de Higiene que contribuya a disminuir las ETAS, así como, el de propiciar que se establezcan planes que propicien la educación continua acerca del manipuleo de alimentos en mercados de abasto y similares que permitan mejorar y, fortalecer los conocimientos y las prácticas de las personas responsables de la manipulación de alimentos.

Tabla1. Episodios e incidencia de ETA por departamento, Perú, 2018-2019

Departamento	2018		2019		Índice de casos
	Episodios	IA	Episodios	IA	
Amazonas	8,357	19.7	7,667	18.0	-8.3%
Ancash	17,165	14.8	17,723	15.2	3.3%
Apurímac	5,646	12.2	5,503	11.8	-2.5%
Arequipa	27,549	20.9	34,683	26.1	25.9%
Ayacucho	6,379	9.1	6,310	8.9	-1.1%
Cajamarca	11,755	7.6	9,315	6.0	-20.8%
Callao	18,247	17.6	21,836	20.7	19.7%
Cusco	13,398	10.1	12,118	9.1	-9.6%
Huancavelica	6,942	13.8	6,873	13.6	-1.0%
Huánuco	10,092	11.6	10,198	11.6	1.1%
Ica	8,261	10.3	10,307	12.7	24.8%
Junín	9,625	7.0	10,507	7.6	9.2%
La Libertad	21,703	11.4	21,014	10.9	-3.2%
Lambayeque	10,126	7.9	9,953	7.7	-1.7%
Lima	107,030	10.6	113,455	11.0	6.0%
Loreto	18,428	17.4	18,084	16.9	-1.9%
Madre de Dios	2,711	18.9	2,208	15.0	-18.6%
Moquegua	5,790	31.4	7,838	42.1	35.4%
Pasco	5,874	19.0	6,170	19.9	5.0%
Piura	20,138	10.8	23,110	12.2	14.8%
Puno	5,113	3.5	5,282	3.6	3.3%
San Martín	5,691	6.6	6,194	7.1	8.8%
Tacna	6,999	20.0	9,185	25.9	31.2%
Tumbes	2,976	12.2	2,963	12.0	-0.4%
Ucayali	10,845	21.4	10,699	20.9	-1.3%
Perú	366,840	11.5	389,195	12.1	6.1%

Fuente: Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades – MINSA. * Hasta la SE 16- 2019

PANORAMA SOBRE EL CONOCIMIENTO SOBRE LAS BUENAS PRACTICAS DE HIGIENE EN LOS MANIPULADORES DE ALIMENTOS

Estudios de trabajos realizados demuestran que a pesar de que el personal que manipula alimentos tiene un nivel de conocimiento medio a alto, no se observa la aplicación en un 100% de las BPM realizado en los puntos de comercialización de alimentos, con evidencias de insuficiencia. Si esto se cumplió parcialmente, falta mucho por lograr cambios notables. También los

trabajos indican que la buena práctica de las BPM necesita de la participación comprometida de los que manipulan los alimentos, de todos los entes y autoridades de control (Compendio de Métodos 2015)

Estudios también mostraron que los que manipulan los alimentos tuvieron un conocimiento en promedio del 65% que no se ve evidenciado en las listas de chequeo de BPM que se utilizaron. Asimismo, los resultados mostraron que gran parte de los manipuladores no cumplieron con el total de los requisitos solicitados. También resultados similares realizados en Ecuador muestran que el grado de conocimiento por parte de los manipuladores de alimentos sobre las BPM era alto, pero no se reflejaba de manera beneficiosa. De la misma forma trabajos realizados en Valdivia-Chile igualmente mostraron que las BPM no se aplican, por lo que no se garantiza alimentos sanos (Montes de Oca, 2016). Otras investigaciones mostraron que manipuladores encuestados conocen sobre las BPM; sin embargo, reconocen que requieren seguir recibiendo capacitaciones en forma continua acerca de normativas de calidad de alimentos y seguridad alimentaria.

Por otro lado, los estudios mostraron respuestas afirmativas que estuvieron por encima del 65%; sin embargo, llama la atención que cerca al 35% de los que manipulan alimentos desconoce o no respondieron en forma correcta a las interrogantes relacionadas a las BPM. Este porcentaje (35%) aunque aparentemente es bajo es también un porcentaje preocupante teniendo en consideración que la ausencia de higiene conduce a la presencia de bacterias en las manos de los que manipulan alimentos. Por lo que es imprescindible indicar la necesidad de incidir en capacitaciones al personal manipulador en higiene como el lavado de manos, cuidando la importancia de las BPM, para evitar la aparición de las ETA.

Cabe indicar que muchos estudiosos han mencionado que la situación higiénica en manipuladores de alimentos ha sido preocupante dada una alta presencia de bacterias en las manos de manipuladores que no lavaban sus manos, también se menciona que en varios mercados no tenían agua potable, además estos manipuladores usualmente son los que cobran a los compradores y en los que utilizar joyas era usual (Pizango & Higuera 2018), ello muestra que la falta de higiene es algo frecuente. Esto lleva a concluir que a pesar de que se conocen las BPM, estas no se hacen efectivas lo que conlleva a malas prácticas en el manejo de alimentos.

ASPECTOS RELACIONADOS A LOS MANIPULADORES DE ALIMENTOS

Manipulador de alimentos

La Ley menciona que un manipulador de alimentos es aquel sujeto que por su trabajo tiene que coger directamente a los alimentos en eventos como: preparar, fabricar, transformar, elaborar, envasar, almacenar, transportar, distribuir, vender, suministrar y servir. Tomando en cuenta que la principal causa de infestación de alimentos es la mala práctica de higiene, dado al manipuleo constante con ellos, además, del permanente contacto con vajillas, superficies y menaje que se usa para la elaboración de alimentos.

Así también los que manipulan alimentos que laboran en distintas áreas: elaboración de alimentos, comercialización de menús, jugos, trozado de hortalizas, comercialización de abarrotes, comercialización de carnes, derivados de la leche, entre otros, en los que se evidencia la falta de utilización de las buenas prácticas de manipulación y de higiene en el manejo de alimentos de acuerdo a las normativas de sanidad presentes. (Ministerio de Salud-Reglamento Sanitario de Mercados de Abasto, 2003).

Son el personal de inspección del área de Sanidad de los gobiernos locales, de la región y del sector los llamados en hacer cumplir y llevar a cabo la Vigilancia Sanitaria, en el área de su jurisdicción llevando a cabo: Toma de muestras, hacer labor de fiscalización y capacitación a los comercializadores en especial a los que manipulan los alimentos en los mercados de abastecimiento de la región Junín y de Lima metropolitana.

La gracia social, para los clientes es recibir productos alimenticios sanos con inocuidad, de excelente calidad, con costos bajos que se deben encontrar en los mercados de abastecimiento por lo indicado los mercados deben prosperar la situación de higiene sanitaria que permita tener más presencia de los consumidores y puedan adquirir alimentos seguros y que indudablemente estén en estado fresco.

El peligro para el contagio es mayor cuando el sujeto presenta problemas infecciosos ya sea de la piel, aparato respiratorio o del estómago unido a una insuficiente higiene de los manipuladores. Por lo que uno de los requisitos para los manipuladores de alimentos es tener capacitación permanente en higiene de alimentos. En ese escenario las empresas o los gobiernos locales a través del área de vigilancia sanitaria deben asegurar a través de programas de formación

continúa a fin de permitir que los que manipulan alimentos tengan las competencias más importantes para que tengan las herramientas necesarias para que manipulen correctamente los alimentos. Estos programas de capacitación lo deben de realizar la entidad competente (Fernández, N., Huamán, E. y Zárate, W.2019).

Manipuladores y microorganismos en alimentos

La presencia microbiana en alimentos importancia de los microorganismos en los alimentos es cada vez más presente. Los manipuladores de alimentos son un factor importante en la transmisión de microorganismos que pueden provocar enfermedades por un mal manejo de los alimentos.

Por ello, viendo la necesidad de higiene, los alimentos pueden ser transmisores de enfermedades (ingesta de microbios dañinos) o de intoxicaciones (ingesta de toxinas elaboradas por microbios) severas. Por ello existen métodos para inspeccionar microorganismos en alimentos. En repetidas ocasiones el origen de la contaminación de los alimentos es a causa de una higiene deficiente durante la elaboración y preservación por una mala manipulación de alimentos; lo que provoca la existencia y la multiplicación microbiana como resultado de su desarrollo y consumo de nutrientes presentes en el medio, lo transforma convirtiéndolo en un alimento no aceptable para la salud del consumidor (Mallma, R. 2019).

Es necesario realizar la inspección de los agentes dañinos y para ello es importante precisar los agentes dañinos y las fuentes de infestación. Calificar el nivel de toxicidad de los microbios y de las sustancias que contaminan en forma individual. Estimar la situación real del efecto en la salud humana. Inspeccionar el grado en que está presente el agente dañino en los alimentos. Instaurar planes prácticos para evaluar la presencia de microbios en los manipuladores considerados en todas las etapas de la cadena alimentaria (productor primario y secundario, transportista, distribuidor, ente de control y consumidor). Para asegurar la situación de higiene y sanidad de los alimentos se debe tomar en cuenta no solamente la producción de alimentos salubres, sensorialmente agradables, alimenticios, sino el de preservar que los alimentos eviten contaminarse debido a microorganismos, agentes químicos y físicos en el curso que se realiza para producir, transportar, almacenar y distribuir, así mismo, durante las etapas de su producción a gran escala, manejo y rápida elaboración para su consumo. Esta infestación es una de

las más investigadas dado a que representa un peligro para la salud. (Ambrosio, Y. 2016).

Higiene del manipulador de alimentos

La higiene es primordial y hay que cumplir con las normativas en cuanto a cambio de actitud, hábito y conducta. Por ende, las manos vienen a ser el medio más importante para transmitir enfermedades, ello implica el lavado de manos en forma constante y cuantas veces sea necesario y en lugares preparados con esta finalidad.

Las normativas higiénicas indican que se debe evitar fumar, comer, masticar chicle durante el manejo de alimentos y también estornudar o toser encima de ellos porque la saliva es un excelente medio para transmitir bacterias. Además, no utilizar anillos o pulseras mientras se realiza la manipulación debido a que se previene la contaminación en alimentos.

Igualmente, si se tiene heridas o cortes que pueda ponerse en contacto directo o indirecto con los alimentos es un peligroso foco de contaminación por lo que siempre ha de ser desinfectado y protegido con un vendaje impermeable apropiado. Igualmente, no debe permitirse que haya personas que no tienen nada que ver con las actividades que se realizan de lo contrario deberán respetar las normativas sanitarias.

Es importante tener en cuenta que si alguien presenta alguna enfermedad capaz de contaminar los alimentos (heridas, cortes, diarreas, infecciones intestinales, entre otras) debe ser comunicado al responsable con la finalidad de minimizar el peligro y seguir los pasos necesarios para evitar la contaminación.

Igualmente se debe practicar un aseo personal riguroso, mantener la indumentaria limpia y de uso único, usar mallas para cubrir la cabeza, calzado adecuado. La vestimenta, debe ser preferentemente de color claro, limpio y debe mudarse las veces que se necesiten, y sin bolsillos. Los zapatos deben ser los convenientes y fácil para limpiar, importante que tenga una suela deberá tener suela no resbaladiza para prevenir futuros resbalones y accidentes. En caso de que la actividad genere mucho peligro por la actividad que se realiza deberá utilizarse se necesitará utilizar barbijo o guantes higiénicos. El conocimiento y la aplicación de los instructivos para realizar el manejo de acuerdo a las normas de buenas prácticas de higiene es crucial para asegurar la inocuidad y sanidad de los alimentos.

Higiene y salud en la manipulación de alimentos

De acuerdo a la OMS la salud según la OMS es una situación de cabal confort físico, mental y social en completa armonía con el entorno y no solo la carencia de afecciones.

El conocimiento de higiene ha cambiado a través del tiempo no solamente por su correspondencia rigurosa con las convicciones del pueblo y sus hábitos, que forman el entendimiento básico, sino por el contrario del conocimiento científico que presupone el hallazgo de los microbios y su participación en las enfermedades (Gómez, E. 2002)

El tema de higiene al subir al nivel de materia científica se instaura en evidencias indiscutibles. Desde esta manera, se termina con muchas ideas equivocadas y se instaura lineamientos que permitan, de acuerdo a la gran mayoría, acrecentar nuestra esperanza de vida (Torres, K. 2015).

Los métodos de higiene para manipular los alimentos son aspectos que van a determinar de manera directa en la salud, debido a que al alterar, adulterar o contaminar, ya sea química o biológica podrían alterar la salud. Es necesario una inspección regular de los procedimientos de higiene al manipular alimentos con la finalidad de asegurar la sanidad de los alimentos. (Torres, K. 2015)

En el Art. 18 sobre **Identificación de manipuladores** del Reglamento Sanitario de Funcionamiento de Mercados de Abasto de DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria), indica que es responsabilidad del ente competente del mercado velar que todos los autorizados y los que manipulan los alimentos en los mercados deben ser sujetos a chequeos médicos por semestre con el fin de eliminar a los vectores de Enfermedades Transmitas por Alimentos (ETA), de acuerdo a las enfermedades preponderante en la zona, además, es su responsabilidad la supresión de las actividades relacionadas a la manipulación de alimentos si está de por medio el peligro en la salud y la infestación en los alimentos. El manipulador debe de avisar al ente responsable si tiene síntomas de alguna enfermedad.

Mercados de abasto

Se trata de un ambiente cerrado que tiene en la parte interna pequeños ambientes o puestos privados, en secciones definidas, aplicado a la venta de alimentos y

bebidas, productos alimenticios y otros no alimenticios. Según el Reglamento Sanitario de Mercados de Abasto indica que cuando se diga “mercados” se refiere que son mercados de abasto. Asimismo, cuando se menciona a “alimento”, está relacionado a alimentos y bebidas (Reglamento Sanitario de Funcionamiento de Mercados de Abasto, 2003).

A nivel nacional hay 2 612 mercados de abasto que se encuentran operativos tal como se observa en la Tabla 2. En Lima y Callao se concentra el 53,7% de todos los mercados de abastos, luego la Libertad (6,1%), Junín (4,6%), Arequipa (4,5%), Ancash (4,2%), y lo demás (26,9%).

Tabla 2. Mercados de Abasto a nivel nacional

TIPO DE MERCADO	Total nacional		Ámbito	
	Nº	Part (%)	Urbano	Rural
Mayorista	44	2	41	3
Minorista	2 568	98	2 253	315
TOTAL	2 612	100	2 294	318

Nota. Reglamento Sanitario de Funcionamiento de mercados de Abasto (R.M. Nº 282-2003-SA/DM)-DCOVI-DIGESA

Los mercados de abastos aún son una de las fuentes de abastecimiento más visitados, principalmente por los grupos más populosos de la población, ello indica que los prefieren por ofertar precios cómodos, diversidad de alimentos y proximidad a sus domicilios. Sin embargo, junto a estas facilidades han salido frente a estas preferencias también existen reclamos y protestas por una evidente falta de seguridad, deficientes condiciones de higiene en los puestos de venta y en las afueras, mala conservación de alimentos que se deterioran, aglomeración vehicular y horarios de atención. Lo mencionado se vuelve más dificultoso cuando los comerciantes minoristas no tienen facilidades para conseguir información relacionado a las normativas legales y técnicas relacionadas al correcto funcionamiento de mercados de abastos (Huamán, R. 2019).

Condiciones higiénico-sanitarias.

Se refiere a la totalidad de procedimientos, condiciones y controles que se deben dar en las zonas de las áreas de productividad de los alimentos , con respecto a las buenas prácticas de manipulación; así como en las áreas destinadas a su procesamiento, en referencia a las Buenas Prácticas de Manufactura,

Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) y Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES), con la finalidad de bajar los peligros de infestación de los alimentos (Ministerio de Salud. DIGESA-Vigilancia y Control de la Inocuidad Alimentaria, 2016).

La manipulación de alimentos es capaz de contribuir determinantemente en la salud de la población, ocasionando una infestación alimentaria que emplea, ya sea provocada por procedimientos de manipuleo no correcto o por una deficiente higiene personal, utensilios malogrados, superficies imperfectas, equipos sin mantenimiento con presencia de oxidación, etc., utilizados para el avance de su trabajo. Por ese motivo, el sostenimiento de una segura higiene total y personal en los manipuladores de alimentos y una conveniente capacitación higiénico-sanitaria relacionado al manipuleo de alimentos es lo primordial para prevenir riesgos que pueden terminar en el brote de enfermedades originadas por la ingesta de alimentos contaminados. De ahí que la mayor parte de las infecciones por alimentos se evitan utilizando los conceptos básicos durante toda la cadena alimentaria. En consecuencia, las personas que tienen a cargo la manipulación de alimentos deben ser conscientes de su desempeño como una tarea principal en la preservación de la higiene alimentaria durante los procesos de: producir, elaborar, almacenar y servicio de los alimentos. Los manipuladores de alimentos son sujetos importantes en la seguridad alimentaria, debido a una relación muy corta que existe entre una deficiente manipulación y el brote de Enfermedades Transmitidas por Alimentaria. (Ministerio de Salud, 2016).

Documentos Normativos que deben conocer los manipuladores de alimentos en mercados de abastos

Ley de Inocuidad de Alimentos, por medio del Decreto Legislativo N° 1062, del 28 de junio del 2008, se aceptó la Ley de Inocuidad de los Alimentos. La norma legal confirió al SENASA competencia a exclusividad en los aspectos técnico, normativo y de vigilancia con respecto a la inocuidad en alimentos agrícolas y pecuarios producidos y procesados primariamente destinados al consumo de la población; así mismo, en piensos, producidos en el país o en el extranjero; asistiendo con ello a la defensa de la salud de las personas y propiciando también la competencia de la agricultura nacional, teniendo en cuenta la inocuidad en la producción agrícola y pecuaria. La Ley de Inocuidad da potestad a la Dirección de Salud Ambiental (DIGESA) del Ministerio de Salud y al Instituto Tecnológico Pesquero (ITP) del Ministerio de la

Producción, potestades para legislar en lo que se refiere a alimentos procesados, de pesca y acuícolas, respectivamente; estando dentro del campo de su competencia.

Reglamento de Inocuidad Agroalimentaria

Por Decreto Supremo N° 034-2008-AG, del 27 de diciembre del 2008, se aprobó el Reglamento de la Ley de Inocuidad de los Alimentos; normativa que determina las condiciones y métodos genéricos para la utilización y ejecución del Decreto Legislativo N° 1062. El cumplimiento de la Primera Disposición Complementaria Transitoria del Decreto Legislativo N° 1062, por medio del Decreto Supremo N° 004-2011-AG, del 27 de abril del 2011, se aprueba el Reglamento de Inocuidad Agroalimentaria con la finalidad de instaurar lineamientos para asegurar la inocuidad de los alimentos agrícolas y pecuarios primordial, con la finalidad de asegurar la vida y la salud de la población, conociendo y asegurando los derechos e intereses de la población y promocionando la competencia de la agricultura nacional.

Reglamento Sanitario de Funcionamiento de Mercados de Abasto

Según RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 282-2003-SA/DM, se promulgó el Reglamento Sanitario de Mercados de Abasto que tiene los siguientes artículos:

Artículo 2°. Los municipios son los organismos autorizados de la inspección sanitaria de los mercados de abasto y ferias, así como, de la ejecución de lo establecido en la normativa

Artículo 3°- La inspección sanitaria de los mercados de abasto y ferias, se basa en la evaluación de riesgos de la situación higiénica durante la venta de alimentos y bebidas de consumo de la población.

Artículo 4°- La inspección de la higiene deberá ser realizado por personas calificadas, como el de estar capacitadas en forma continua sobre las normas sanitarias.

Ley N° 27972-Ley Orgánica de Municipalidades
Los municipios son entidades, primordiales de la organización territorial del Estado y medios cercanos de participación ciudadana en temas de interés público, que institucionalizan y gestionan con autonomía los intereses propios de las colectividades. Las municipios provinciales y distritales son los entes del gobierno que promueve el desarrollo local, con personería jurídica de

derecho público y plena capacidad para el cumplimiento de sus fines.

5. CONCLUSIONES

EL Manipulador de Alimentos es el principal responsable de contaminar los alimentos si no guarda las medidas de higiene personal, así como, del puesto de venta de productos procesados.

Es necesario empezar o continuar con las capacitaciones en las Buenas Prácticas de manipulación y de conservación de los alimentos.

Los manipuladores de alimentos tienen la responsabilidad de tomar con la seriedad las capacitaciones que se les brinde y el de asistir a las sesiones demostrativas.

El manipulador debe de portar su carné sanitario el cual lo acredita que su salud, de esta manera evitar la propagación de las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA).

El manipulador de alimentos debe presentar el uniforme de reglamento como indica la norma es decir uniforme completo de acuerdo al rubro.

El manipulador de alimentos debe mostrar una adecuada higiene personal en el desarrollo y proceso de manipulación de alimentos.

Es importante que en momento de registrar al manipulador en el acta-ficha se debe incluir el grado de instrucción del Manipulador de Alimentos para mayor responsabilidad y conocimiento, de Buenas Prácticas de Manipulación.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ambrosio, Y. (2016). Condiciones higiénicas sanitarias en vendedores de comida del mercado modelo privado de Huánuco. (Tesis pregrado). Universidad de Huánuco, Facultad de Ciencias de la Salud. Huánuco-Perú

Carrasco, M., Guevara, B. y Falcón, N. (2013). Conocimientos y buenas prácticas de manufactura en personas dedicadas a la elaboración y expendio de alimentos preparados, en el distrito de Los Olivos, Lima- Perú. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Salud Technol. veterinaria. 2013(1):7-13.

Compendio de Métodos para el examen microbiológico de Alimentos (2015). 5ta. Edición. American Public Health Association. WDC.

Fernández, N., Huamán, E. y Zárate, W. (2019). Análisis situacional de las condiciones higiénico-sanitarias del manipulador de alimentos en los mercados de abastos de Lima cercado. (Tesis de grado). Universidad Norbert Wiener. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Lima-Perú

Huamán, R. (2019). Identificación de los factores que limitan la aplicación de la Ley de Inocuidad de Alimentos en el Mercado Modelo de Piura. (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima-Perú

Gómez, E. (2002). Nutrición de Sanidad y Salud. España

Mallma, R. (2019). Prevalencia de Salmonella spp. Y Shigella spp. en manipuladores de alimentos, Huancayo, 2019. (Tesis de grado). Universidad Peruana Los Andes. Facultad de Ciencias de la Salud. Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica. Junín-Perú

Ministerio de Agricultura y Riego. (2017). Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (2017). Curso de capacitación para los inspectores sanitarios municipales en el cumplimiento de la meta - SENASA. Fortalecimiento de la vigilancia sanitaria municipal, de alimentos agropecuarios primarios y piensos, en el transporte y comercio local. Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal. Disponible en: <https://www.senasa.gob.pe/senasa/wp-content/uploads/2017/02/2.-Capacitaci%C3%B3n-para-los-Comerciantes-de-AAPP.pdf>.

Ministerio de Agricultura (2016). Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Vigilancia y control de la inocuidad alimentaria. Perú.

Ministerio de Agricultura y Riego (2013). Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Reglamento de Inocuidad Agroalimentaria. Perú.

Ministerio de Salud (2016). RD. 038-2016-DG/INSM-“HD-HN” Documento Técnico: Manual de Buenas Prácticas de Manipulación de Alimentos. Disponible en: <http://www.insm.gob.pe/transparencia/archivos/datgen/dispo/RD/2016/RD%20038-016%20DG.pdf>

Ministerio de Salud (2017). Boletín Epidemiológico del Perú. Enfermedades Transmitidas por Alimentos. Volumen 07; Perú. Disponible en: <http://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/boletines/2017/07.pdf>

Ministerio de Salud (2019). Boletín Epidemiológico del Perú.

- Situación epidemiológica de las enfermedades diarreicas agudas (EDA) en el Perú. Volumen 28 - SE 16, Perú.
- Municipalidad Metropolitana de Lima (2015). Plan Local de Seguridad Ciudadana del mercado de Lima. Gerencia de Seguridad Ciudadana. Disponible en: www.munlima.gob.pe/images/codisec/codisec.pdf
- Montes de Oca, K (2016). Condiciones higiénicas en la manipulación y expendio de alimentos en la vía pública en el parque infantil “Roberto Luis cervantes” y el parque de las palmas “Luis Tello” en la ciudad de Esmeraldas. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica de Ecuador. Ecuador.
- Organización Mundial de la Salud (2007). Manual sobre las cinco claves para la inocuidad de los alimentos. Departamento de Inocuidad de los Alimentos, Zoonosis y Enfermedades de Transmisión Alimentaria. Disponible en: http://www.who.int/foodsafety/publications/consumer/manual_keys_es.pdf?au=1.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud (2016). Manual para manipuladores de Alimentos. Washington, D.C.
- Peña, B. y Salas, R. (2016). Relación entre el nivel de conocimiento de manipuladores de alimentos y las condiciones higiénico-sanitarias en comedores populares de Huaycán (Ate, Lima). Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima-Perú.
- Pizango, D. e Higuera, L. (2018). Seguridad alimentaria y el nivel de conocimiento de la calidad de los productos primarios en los mercados de abastos de la ciudad de Puerto Maldonado, 2018. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. Facultad de Ingeniería Escuela Académico profesional de Ingeniería Agroindustrial. Madre de Dios-Perú
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (2017). Manual de capacitación para comerciantes de alimentos agropecuarios y piensos. Servicio Nacional de Sanidad Agraria. Lima.
- Reglamento Sanitario de Funcionamiento de Mercados de Abasto (2003). Diario oficial El Peruano. Resolución Ministerial N° 282-2003-SA/DM
- Torres, K (2015). Conocimiento sobre higiene en la manipulación de alimentos en relación con la carga microbiológica en manos de las socias que manipulan alimentos en los comedores populares del distrito de Juliaca, Puno, 2014. (Tesis de grado). Universidad Nacional del Altiplano . Facultad de Ciencias de la Salud. Puno- Perú

ESTADO ACTUAL Y TENDENCIAS EN LAS EXIGENCIAS DE CALIDAD E INOCUIDAD ALIMENTARIA EN LA PRODUCCIÓN DE QUINUA DE LA ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES HEROÍNAS TOLEDO – ORCOTUNA

CURRENT STATUS AND TRENDS IN QUALITY AND FOOD SAFETY REQUIREMENTS IN QUINOA PRODUCTION OF THE ASSOCIATION OF HEROINAS TOLEDO- ORCOTUNA PRODUCERS

Ángel Hector Zárate Malpica^{a*}, Yubel Carrasco Nuñez ^a, Marleni Arrieta Jeri^b

^a Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP), Huancayo-Perú

^b Investigadora independiente.

*Autor corresponsal: azarate@uncp.edu.pe

RESUMEN

En un contexto de mayor información por parte del consumidor de los alimentos que adquiere, se desarrolló el trabajo de investigación. Los integrantes de la Asociación manifestaron sembrar la variedad Quinoa Blanca Hualhuas, que es la que más se adapta a las tierras agrícolas del distrito; tienen varios años de experiencia en el cultivo, y generalmente rotan las tierras de cultivo con el sembrío de Maíz, cebada, trigo y algunas hortalizas y verduras. El trabajo nos permite apreciar a productores cada vez más preocupados por la calidad e inocuidad del producto que ofrecen, sin embargo, por razones de competitividad dejan de lado las exigencias de los organismos de control y regulación existentes y es la sensibilidad a los precios y a los ingresos los determinantes a la hora de comercializar la quinua. Si bien, se tiene la normatividad y las instituciones encargadas de velar por la calidad e inocuidad del producto; es la decisión del consumidor y de los productores los que determinan las condiciones de comercialización, sobre todo en un contexto de estructura de mercado oligopsónico a las que se encuentran sometidos los pequeños y medianos productores agrícolas en el país.

Palabras clave: Calidad, inocuidad, producción, quinua, Heroínas Toledo.

ABSTRACT

In a context of more information on the part of the consumer of the food that he acquires, the research work was carried out. The members of the Association said they sow the Quinoa Blanca Hualhuas variety, which is the one that best suits the agricultural land of the district; they have several years of experience in cultivation, and they generally rotate farmland with corn, barley, wheat and some vegetables and vegetables. The work allows us to appreciate more and more producers concerned about the quality and safety of the product they offer, however for reasons of competitiveness they ignore the demands of the existing control and regulation bodies, it is the sensitivity to prices and income the determinants when marketing quinoa. Although, it has the regulations and institutions responsible for ensuring the quality and safety of the product; It is the decision of the consumer and the producers that determine the conditions of commercialization, especially in a context of oligopsonic market structure to which small and medium agricultural producers in the country are subject.

Keywords: Quality, safety, production, quinoa, Heroinas Toledo.

1. INTRODUCCIÓN

La comercialización mundial de alimentos, así como el de los insumos para la industria alimentaria, es una de las actividades que mayor se ha dinamizado en los últimos tiempos con el uso intensivo de la tecnología y los medios de comunicación. Es en este contexto que los actores y agentes comerciales los que de alguna manera definen los sistemas de control que deben aplicarse a los productos a comercializar y de esta manera poder garantizar la “calidad” del producto, con la finalidad de satisfacer las exigencias cada vez mayores de los consumidores a su vez más informados.

De esta manera, se han establecido diversos sistemas de control de calidad e inocuidad de los productos, sobre la base de normas, protocolos, y otras herramientas que permiten, a través de procesos de certificación, ejercer mayor control desde el origen del alimento, hasta que llega al consumidor final.

Actualmente, los granos andinos como la quinua tienen una importancia fundamental en las diversas regiones del país y países vecinos. No solo forman parte de la dieta ancestral, sino que han alcanzado mucho valor a nivel internacional. Sus aportes nutricionales son extraordinarios y tienen una creciente demanda. En el mercado interno, al consumo tradicional en las comunidades campesinas y poblaciones locales, se ha sumado una mayor demanda asociada al boom gastronómico y la cocina «Novo-andina».

Según la OMS y la FAO, la quinua es el alimento ideal para el ser humano porque su proteína contiene el mejor balance de aminoácidos, incluyendo los ocho aminoácidos esenciales. La Asamblea General de la Naciones Unidas declaró el año 2013 «Año internacional de la quinua» (FAO 2012).

En este contexto, los productores de la Asociación Heroínas Toledo manifiestan un aporte considerable de tierras para el cultivo de quinua. Los miembros de esta Asociación siembran de manera alternada diversos cultivos como quinua; arveja; maíz choclo y maíz amiláceo; papa; verduras, entre otros.

El presente trabajo, constituye un aporte significativo de la integración entre el ente académico como es la Universidad Nacional del Centro del Perú y los productores de la Asociación Heroínas Toledo para desarrollar la investigación de manera conjunta.

Inocuidad

La inocuidad es definida por la Real Academia de la Lengua Española como “el carácter de ser inocuo,” e inocuo es definido como “que no causa daño”. Con excepción de alimentos específicos que poseen componentes que pueden causar una reacción alérgica en personas sensibles, los alimentos por sí solos no causan daño. El daño a la salud puede ser causado por agentes que pueden estar presentes en el producto. Estos agentes pueden ser físicos, biológicos y químicos; que al ser ingeridos por la población consumidora puede dar lugar a los denominados ETAS.

Por consiguiente, la “Inocuidad” es la condición de los alimentos que garantiza que no causaran daño al consumidor cuando se preparen y /o consuman de acuerdo con el uso al que se destinan.

Calidad

Según Engo *et al.* (2015) la calidad podría definirse como “la combinación de características que establecen la aceptabilidad de un producto”. En el caso particular de los alimentos es necesario considerar, dentro del concepto de calidad, a distintos factores críticos como la conformidad con estándares regulatorios de mercado aspectos de inocuidad, y la satisfacción de las expectativas del consumidor.

Aspectos del Distrito de Orcotuna y de la Asociación

El distrito de Orcotuna está situado a 15 kilómetros de la ciudad de Huancayo, capital del departamento de Junín. El acceso a los mercados principales como Lima, Huancayo y la Selva Central está dado mediante vías asfaltadas. Tiene una superficie de 42,563 Km², está ubicado a una altura de 3 250 metros sobre el nivel del mar.

La Asociación de Productores Heroínas Toledo, está legalmente constituida en Registros Públicos, cuenta con RUC para sus transacciones comerciales; está conformada por 25 socios que participan con relativa frecuencia en las actividades de la organización. El 60% de sus tierras cuenta con riego donde se obtiene doble campaña y siendo la quinua un cultivo rotativo en los campos de papa, haba, arveja. El restante de sus tierras es en secano y solo se cultiva en campaña grande, a expensas de las lluvias de temporada.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En el desarrollo del trabajo se ha utilizado el método descriptivo explicativo, con la finalidad de: primeramente, hacer un diagnóstico de la situación en el que la Asociación de productores viene trabajando en el cultivo y comercialización de la quinua. Posteriormente se ha realizado trabajos de campo con los integrantes para identificar el estado de desarrollo de las exigencias de calidad e inocuidad en la producción de quinua.

Para la recolección de la información se ha realizado una encuesta a un total de diecisiete de los veinticinco socios de la organización. También se ha utilizado la técnica de entrevista semi estructurada, que consiste en utilizar una guía con temas previamente establecidos con el objeto de ir formulando las preguntas y guiando la entrevista (Sampieri, Fernández y Baptista, 1995). En base a esta técnica se ha obtenido la información primaria de los directivos de la asociación de productores.

3. RESULTADOS

El avance vertiginoso del comercio nacional e internacional en las últimas décadas y en un contexto de mayor globalización, ha devenido en una creciente preocupación por la calidad e inocuidad de los alimentos por parte del consumidor cada vez más informado, hecho favorecido por el uso del internet y las redes sociales durante los últimos tiempos.

En tal sentido en la Tabla 1 se aprecia los diversos peligros más comunes posibles de ser encontrados a lo largo de la cadena agroalimentaria de varios productos entre los que se encuentra la quinua. Estas forman parte del estado actual y tendencias en cuanto a inocuidad de los alimentos se refiere.

Tabla 1. Peligros en la Cadena Agroalimentaria

Peligro	Descripción/características/ejemplos
Biológicos	Son agentes de origen biológico que pueden contaminar a los alimentos y causar las denominadas ETAS. Entre ellas tenemos: Salmonella spp, Campylobacter spp, Escherichia coli, Listeria monocitogenes, etc.
Patógenos bacterianos	
Virus	Como el Coronavirus SARS, Virus de la influenza aviar (zoonosis animal), Norovirus, Virus de hepatitis A. etc.
Parásitos	Organismos que viven sobre o en el interior de un huésped y se desarrollan a sus expensas. Tenemos: La Trichilella spp. Echinococcus multilocularis.
Químicos	Son sustancias producto del uso en el cultivo y manipuleo de la cadena agroalimentaria. Tenemos:
Residuos farmacológicos	Antibióticos en general: Productos clorados como el y fitosanitarios

Micotoxinas	cloranfenicol, cloroformo. Otros como el Dimetrida6zol, Metr6nidazol, Nitrofuranos, etc.
	Plaguicidas: Captafol, Clordano, DDT, Dieldrín, Heptacloro, Fosfamidón, Parathion, etc.
Metales pesados	Son toxinas producidas por ciertos hongos: Aflatoxinas, Ocratoxina A, etc.
	Generalmente se encuentran en forma química y ampliamente distribuidas. Tenemos: Arsénico (As), cadmio (Cd), mercurio (Hg), plomo (Pb) y aluminio (Al). Son persistentes y bioacumulables.
Disruptores Endocrinos	Son sustancias exógenas que de alguna manera altera la función del sistema endocrino y ocasiona daños al consumidor. Tenemos: Los microestrógenos producidos por hongos del género Fusarium. Contaminantes ambientales como dioxinas, benzopireno, metales pesados. Residuos de plaguicidas y algunos contaminantes de proceso como el bisfenol A, ftalatos.
Alérgenos alimentarios	Son sustancias presentes en algunos alimentos que por su naturaleza son potencialmente alergénicos: Leche, huevo, pescado, mariscos, maní, soja, trigo, etc.
	También algunos compuestos químicos utilizados como conservantes: Ácido sórbico, ácido benzoico, propionato sódico, dióxido de azufre, sulfitos y bisulfitos, etc.

Fuente: Elaborado sobre la base de: Actualización en Nutrición VOL 14 - N° 4-Dic.2013 y Engo et al. (2015)

Tabla 2. Organizaciones vinculadas a la Calidad Alimentaria en el Perú

Organización	Descripción/participación/propósito
INACAL	Organismo público técnico especializado dependiente del Ministerio de la Producción. Ente rector y máxima autoridad técnico-normativa del Sistema Nacional para la Calidad, responsable de su funcionamiento en el marco de la Ley N.º 30224.
INDECOPI	Organismo Público Especializado adscrito a la Presidencia del Consejo de Ministros. Tiene como propósito la promoción de normas de leal y honesta competencia entre los agentes de la economía peruana.
INIA	Organismo técnico especializado del Ministerio de Agricultura y Riego y ente rector del Sistema Nacional de Innovación Agraria (SNIA). Tiene como propósito, realizar investigaciones y ejecutar diversas actividades que facilitan el desarrollo y fortalecimiento de la innovación tecnológica agraria nacional.
PROMPERU	Organismo Público técnico especializado con personería jurídica de derecho público interno; adscrita al Ministerio de Comercio Exterior y Turismo.
SENASA	Organismo Público Técnico Especializado dependiente del Ministerio de Agricultura. Tiene Autoridad Oficial en materia de Sanidad Agraria. Brinda servicios de inspección, verificación y certificación fitosanitaria. Capacita a profesionales y técnicos para que presten mejor servicio.
SANIPEZ	Es el organismo técnico especializado, adscrito al Ministerio de la Producción. Es la encargada de normar, supervisar y fiscalizar la sanidad e inocuidad en toda la

	cadena productiva de los recursos y productos pesqueros y acuícolas.
DIGESA	Es el órgano técnico normativo nacional que tiene el propósito de orientar sus acciones a proteger la salud de la población, a través de certificación, prevención, vigilancia, fiscalización y control de los riesgos sanitarios en materia de salud ambiental, inocuidad alimentaria y salud ocupacional.

Fuente: Elaborado sobre la base de la información del portal de las organizaciones indicadas.

La Tabla 2 muestra las diversas organizaciones a nivel nacional que de alguna manera participan en el establecimiento de la normatividad y legislación nacional relacionadas a la inocuidad de los alimentos, todos ellos orientados a velar por la salud del consumidor, al mismo tiempo con el propósito de garantizar el suministro suficiente y oportuno de los alimentos y a su vez tratar que esta legislación y normatividad no constituya obstáculo alguno al libre comercio de alimentos a nivel local y mundial.

Del cultivo de la quinua en la Asociación

Las labores de siembra de la quinua lo realizan durante los meses de octubre y noviembre principalmente, ello en los terrenos bajo riego. Algunos manifiestan hacerlo en el mes de diciembre cuando se hacen presentes las lluvias que marcan el inicio del invierno y la temporada agrícola en la sierra de nuestro país.

Para la fertilización, algunos señalan hacerlo durante la preparación del terreno para lo cual adquieren abonos sintéticos en casas comerciales agropecuarias. Utilizan principalmente fosfato de amonio y calcio. En otros casos siembran haciendo uso del denominado guano de corral, que proviene de los animales que crían como parte de sus actividades agropecuarias, tales como: vacuno, ovino. Animales menores como cuyes, conejos, aves, entre otros.

En cuanto al manejo sanitario, no realizan planificación alguna, lo efectúan ya cuando aprecian la presencia de plagas y/o enfermedades. Este hecho se da cuando generalmente hay exceso de lluvias y da lugar a la presencia de ciertos hongos en el cultivo de la quinua. Hacen uso de fungicidas comerciales para combatir al mildiú y a los pulgones principalmente.

Los integrantes de la Asociación manifestaron sembrar la variedad de quinua: Quinua Blanca Huahuas, que es la variedad que más se adapta a las tierras agrícolas del distrito, indican que tienen ya varios años de experiencia en el cultivo de este pseudocereal y que generalmente rotan las tierras de cultivo con el sembrío

de Maíz, cebada, trigo y algunas hortalizas y verduras respectivamente.

En cuanto a las labores culturales, indican que la preparación del terreno es importante y en esta labor, incorporan abundante guano de corral para mejorar las condiciones de la tierra de cultivo, sin embargo, manifiestan que no hacen ningún análisis de suelo, debido principalmente a la falta de infraestructura y apoyo técnico para ello y también porque de alguna manera significa un costo adicional en la producción. Manifiestan también la presencia de mucha maleza en el cultivo, de manera que hacen uso de herbicidas comerciales (glifosato) hasta en tres ocasiones durante el periodo vegetativo de la quinua que en promedio dura alrededor de 5 a 6 meses para la variedad que cultivan.

Para las labores de cosecha, la mayoría alquila una maquina trilladora estacional que permite separar el grano de quinua de las panojas. Algunos que tienen mayor extensión de tierras hacen uso de una segadora trilladora, la misma que permite obtener mejores resultados a la hora de cosechar los granos de quinua. Para estas labores no cuentan con capacitación y asesoramiento alguno; sucede que en ocasiones hay mucha humedad y da lugar a pérdidas por deterioro del grano de quinua.

De la encuesta realizada: El 100% de los encuestados manifiesta no llevar un registro permanente de los agroquímicos que utiliza en el cultivo de la quinua. Referente a estos últimos manifiestan utilizar principalmente superfosfato triple; guano de isla; guano de corral, proveniente de sus animales que crían; urea y nitrato de amonio principalmente. También fungicidas y herbicidas comerciales.

Las plagas o enfermedades más comunes indicadas son: los hongos como el mildiú, cuando hay mucha lluvia; la gusanera y los pulgones. También la presencia de mucha maleza, sobre todo en terrenos bajo riego. Ante estos problemas recurren principalmente a las tiendas agropecuarias para hacer la consulta de que producto utilizar, tal como observamos en la Tabla 3 donde el 76,47% de los encuestados acude a estos establecimientos para ser asesorados en cuanto a los productos a utilizar frente a las plagas y enfermedades del cultivo de quinua.

Tabla 3. Alternativas de consulta a plagas y enfermedades

Alternativa	Nro.	%
Ing. Agrónomo	1	5,88
Tienda Agropecuaria	13	76,47
SENASA	1	5,88
Técnico Agropecuario	2	11,76
	17	100,00

En cuanto a la comercialización, la mayor proporción es a nivel local en los mercados de Huancayo y Chupaca. Asimismo, es la mayor sensibilidad a los precios los determinantes de la comercialización, tal como se aprecia en las Tablas 4 y 5 respectivamente.

Tabla 4. Lugar de comercialización de quinua

Alternativa	Nro.	%
Mercado local	12	70,59
Acopiador Mayorista	4	23,53
Lima	1	5,88
Mercado externo	0	0,00
	17	100,00

Tabla 5. Factores determinantes de la comercialización

	Nro.	%
El precio	12	70,59
La cantidad	3	17,65
Fidelidad del Cliente	1	5,88
Continuidad	1	5,88
	17	100,00

El 100% de encuestados conoce los tipos de peligros existentes: Físicos, biológicos y químicos que se pueden encontrar en el cultivo y comercialización de la quinua y lo manejan con relativa facilidad; sin embargo, es la mayor sensibilidad a los ingresos y precios del producto los determinantes durante el proceso de comercialización del grano de quinua. Asimismo, muestran preocupación por la gestión de la calidad del producto, pero dado las limitaciones de infraestructura y equipamiento (laboratorios) no hacen análisis alguno. Muestran también preocupación por las fluctuaciones en los precios, exigiendo de alguna manera la presencia del estado con algunas medidas de regulación, así como precios de refugio al productor por parte del estado.

4. DISCUSIONES

De las tendencias para la certificación

En este aspecto se puede indicar que las exigencias en cuanto a la calidad e inocuidad de la quinua está en aumento, dada la mayor información que tiene el consumidor. En nuestro país contamos con algunas normas y estándares de calidad para la comercialización de la quinua: Entre estos, podemos citar a la Norma Técnica Peruana NTP 205.062 2009/INDECOPI-CNB, la misma que fue publicada en julio del año 2009. Esta Norma regula los estándares de calidad de la quinua en grano. Fue elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Productos Agroindustriales de Exportación con el aporte de PROMPERÚ, SENASA, Sierra Exportadora, Universidad Nacional del Altiplano, Universidad Peruana Unión, entre otras. Esta Norma tiene el propósito de establecer las características que deben cumplir los granos de quinua para ser comercializada.

También tenemos al documento elaborado por la Dirección de insumos agropecuarios e inocuidad agroalimentaria del SENASA, referido al PROCEDIMIENTO: CERTIFICACIÓN SANITARIA Y FITOSANITARIA DE QUINUA GRANO (*Chenopodium quinoa*) PARA EXPORTACIÓN. PRO-SCV/SCB/SIAG/SPO-01.

Asimismo, el documento: Especificaciones Técnicas de los Alimentos que forman parte de la prestación del servicio Alimentario del Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma. ESP-003PNAEQW-UOP aprobado por Resolución de Dirección Ejecutiva N° 420-2018-MIDIS/PNAEQW para la comercialización de diversos alimentos entre los cuales se encuentra la quinua y sus derivados en hojuelas, extruidos y harinas precocidas para el Programa indicado.

También podemos señalar a la Resolución Ministerial N° 1006-2016-MINSA publicada en el Diario Oficial El Peruano el 30 de diciembre del año 2016, en el que “Aprueban Norma Sanitaria que establece los Límites Máximos de Residuos (LMR) de plaguicidas de uso agrícola en alimentos de consumo humano, aprobado el día 29 de diciembre del año 2016, con la finalidad de proteger la salud de la población; en conformidad con el Decreto Legislativo N°1062, Ley de Inocuidad de los Alimentos.

Dentro de todos los alimentos considerados por grupos o matrices vegetales se considera a la quinua dentro de la matriz de cereales juntamente con el maíz y el arroz respectivamente.

Pese a contar con mayores exigencias en cuanto a calidad e inocuidad de los alimentos y contar también con la participación de numerosas instituciones como. INACAL, INDECOPI, INIA, PROMPERÚ, SENASA, SANIPEZ, DIGESA, entre otras, la preocupación por la calidad e inocuidad de los productores de quinua de la asociación Heroínas Toledo de Orcotuna, en muchos casos, deja paso a la mayor sensibilidad a los precios durante el proceso de comercialización del producto.

Si bien se tiene la normatividad y las instituciones encargadas de velar por la calidad e inocuidad del producto; es la decisión del consumidor y de los productores los que determinan las condiciones de comercialización, sobre todo en un contexto de estructura de mercado oligopsónico a las que se encuentran sometidos sobre todo los pequeños y medianos productores agrícolas en el país, como señala Cannock y Gonzales (1994).

Finalmente podemos señalar que si bien la preocupación por la calidad e inocuidad de los productos a ofertar por parte de los productores está siempre presente, es la sensibilidad a los precios y a los ingresos los determinantes a la hora de la comercialización. Asimismo, toda iniciativa y apoyo por parte de instituciones estatales y no gubernamentales están orientadas al incremento de la productividad como alternativa de competitividad; sin embargo, para aumentar la productividad recurren al uso indiscriminado de agroquímicos en el cultivo y paradójicamente este aumento de la producción se traduce en menores precios en el mercado a la hora de comercializar el producto. Por consiguiente, parafraseando a Standage et al. (2008) podríamos decir que es necesario resolver de manera más equitativa y solidaria las ambigüedades presentes en la normatividad actual referida a la calidad e inocuidad de los alimentos.

5. CONCLUSIONES

Las exigencias en cuanto a calidad e inocuidad alimentaria en la producción de quinua de la asociación estudiada es muy incipiente debido a la falta de infraestructura, equipamiento y apoyo en la gestión de calidad a la organización y a sus integrantes.

En cuanto a las tendencias para la certificación de la quinua y sus procesos; se cuenta con la normatividad y las instituciones especializadas para el caso; sin embargo, es la sensibilidad a los precios y a los ingresos los determinantes a la hora de comercializar el producto.

La realización del presente trabajo ha permitido de alguna manera, sensibilizar a los productores de la Asociación a la aplicación y cumplimiento de la

normatividad nacional e internacional para garantizar la calidad e inocuidad en la producción de quinua.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener conflictos de interés.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cannock, G. y Gonzales, A. (1994) *Economía Agraria*. Universidad del Pacífico. Primera edición. Lima-Perú.
- Dirección General de Epidemiología DGE del Ministerio de Salud MINSA, 2012; Boletín Epidemiológico N°50, vol 21,. Disponible en: <http://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/boletines/2012/50.pdf>
- El Peruano, Diario Oficial (2016) Lima- Perú.
- Engo, N. Fuxman, A. González, C. Negri, L. Polenta, G. y Vaudagna, S. (2015). *Desarrollo de las exigencias sobre calidad e inocuidad de alimentos en el mundo, 2025*; 1a ed. Compendiada; - Buenos Aires, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.
- FAO (2012) Año 2013 será el año internacional de la quinua.
- Organización Mundial de la Salud OMS, 2015; 10 facts on food safety. Disponible en: http://www.who.int/features/factfiles/food_safety/en/index.html
- Organización panamericana de la Salud OPS, 2015; *Los alimentos insalubres causan más de 200 enfermedades*. Disponible en: http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10639%3A2015-los-alimentos-insalubres-causan-mas-de-200enfermedades
- Sampieri, R. Fernández, C. y Baptista, L. (1995) *Metodología de la Investigación*. Ediciones McGraw-Hill. Impreso por Panamericana Formas e Impresos S.A. Colombia.
- Standage, T. Booth, T. Carr, G. Edwards, B. Kluth, A. Loder, N. Siegele, L. y Vaitheeswaran, V. (2008) *El Futuro de la Tecnología*. Empresa Editora El Comercio S.A. Lima 1- Perú. *de fiabilidad y seguridad*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4>.

Cienci@^{gro}
alimentaria

Journal of Agri-food Science