



Influencia del extracto etanólico de la cáscara de piña (*Ananas comosus*) en la inhibición del pardeamiento enzimático y conservación de las propiedades organolépticas de la papa canchan (*Solanum tuberosum* L.)

Influence of ethanolic extract of pineapple (*Ananas comosus*) peel on the inhibition of enzymatic browning and preservation of organoleptic properties of canchan potato (*Solanum tuberosum* L.)

Yulissa Pata Huaracallo¹; Yuria Tahara^{1,2}; Geraldine Moran Flores¹; José Barrera^{1*}; Daniel Pariona-Velarde³

¹ CITEagroindustrial Moquegua, carretera costanera sur km 7,6, pampa de palo, ZED, Ilo, Perú.

² Japan Overseas Cooperation Volunteers, JOCV-JICA (Japan International Cooperation Agency).

³ DIDITT, carretera a Ventanilla km 5.2, Callao, Perú.

ORCID de los autores:

Y. Pata Huaracallo: <https://orcid.org/0000-0002-8550-6419>

J. Barrera: <https://orcid.org/0000-0002-1095-8293>

Y. Tahara: <https://orcid.org/0000-0003-1091-6947>

D Pariona-Velarde: <https://orcid.org/0000-0003-3927-2874>

G. Moran Flores: <https://orcid.org/0000-0002-0663-4966>

RESUMEN

Se han desarrollado métodos químico-sintéticos para preservar las propiedades organolépticas de la papa, pero cuyo consumo puede ser perjudicial para la salud. Por ello, esta investigación busca evaluar la capacidad de conservación del extracto etanólico de la cáscara de piña variedad Golden, a diferentes concentraciones (3%, 7%, 10% y 15%); en comparación con soluciones de metabisulfito de sodio al 0,1%, ácido cítrico al 0,1%, ácido ascórbico al 0,1% y un control de papa sin tratamiento; de las características organolépticas y su efecto frente al pardeamiento enzimático de la papa variedad Canchan, durante 14 días de observación. Se evaluó los parámetros de color CIElab* y ΔE a los 0, 3, 7, 10 y 14 días respectivamente. Además, se realizó un análisis sensorial, donde 9 panelistas entrenados determinaron los perfiles sensoriales (calidad y defecto) y la aceptabilidad de cada uno de los tratamientos. Se determinó que los extractos mostraron un efecto positivo en la conservación del color de las papas, siendo los de 10% y 15%; los que obtuvieron mejores resultados; aunque estos presentaron una baja conservación del sabor característico a papa.

Palabras clave: extracto etanólico; pardeamiento enzimático; cáscara de piña; extracto natural; análisis sensorial.

ABSTRACT

Chemical-synthetic methods have been developed to preserve the organoleptic properties of potatoes, but their consumption may be harmful to health. Therefore, this research aims to evaluate the preservation capacity of ethanolic extract from the peel of Golden variety pineapple at different concentrations (3%, 7%, 10%, and 15%), compared to solutions of 0.1% sodium metabisulfite, 0.1% citric acid, 0.1% ascorbic acid, and a control sample of untreated potatoes. The study assesses the organoleptic characteristics and the effect of these treatments on enzymatic browning in Canchan variety potatoes over 14 days of observation. The CIElab* color parameters and ΔE were measured at 0, 3, 7, 10, and 14 days, respectively. Additionally, a sensory analysis was conducted, in which nine trained panelists determined the sensory profiles (quality and defects) and the acceptability of each treatment. The results showed that the extracts had a positive effect on color preservation, with the 10% and 15% extracts yielding the best results; however, these treatments exhibited low preservation of the characteristic potato flavor.

Keywords: ethanolic extract; enzymatic browning; pineapple peel; natural extract; sensorial analysis.

1. Introducción

La papa (*Solanum tuberosum* L.) ocupa un lugar central en la dieta y cultura culinaria peruana. Rica en nutrientes, carbohidratos complejos, fibra dietética, vitamina C y B6, carotenoides y flavonoides (Burgos et al., 2020). La papa es un producto de muy buena calidad nutricional, al igual que es un producto que goza de una gran versatilidad culinaria y asequibilidad; logrando que el consumo per cápita sea de 92 kilos anuales (MIDAGRI, 2022). Tanto es el consumo nacional de la papa, que, de un tiempo a esta parte, la papa se ha convertido en el ingrediente fundamental, de casi todas las 13,000 pollerías que existen a lo largo del país (El peruano, 2024). Sin embargo, cuando se cortan, se altera la integridad de sus tejidos, haciéndola susceptible al pardeamiento enzimático (PE). Permitiendo que las enzimas como el polifenol oxidasa (PPO), ubicada en los cloroplastos, entren en contacto con los sustratos fenólicos (catecoles, clorogénicos) ubicados en las vacuolas (Casado Vela, 2004); dando como resultado polímeros marrones, rojos y negros llamados melaninas (Bobo-García et al., 2019). El PE no solo afecta la apariencia de la papa, sino que también su sabor y valor nutritivo (Michael Eskin et al., 2013). A causa de ello, se han desarrollado métodos químicos, físicos y variados compuestos químico sintéticos usados como antioxidantes que mantienen la estabilidad de la papa (AL-abbasy et al., 2021).

Uno de los más usados es el metabisulfito de sodio (SMB), que se emplea como conservante alimentario para alimentos empacados, ensaladas y papas (New Jersey Department of Health, 2005). Aunque es un excelente conservante, en los últimos años se han demostrado sus efectos tóxicos en la salud; como el incremento de especias reactivas de oxígeno, activación de apoptosis en células HFFF2, lesión neurológica aguda y crecimiento prolongados de las fibras musgosas (Alimohammadi et al., 2021; Lai et al., 2017). Ante estos hallazgos se resalta la necesidad de buscar opciones más seguras en la industria alimentaria; una de ellas son los extractos naturales, que además de prevenir el PE, pueden aportar diversos beneficios.

Los extractos naturales se pueden usar como agentes antimicrobianos, antioxidantes e incluso anti pardeamiento; esto debido a su alto contenido de polifenoles, carotenoides, terpenoides, ácidos grasos y péptidos bioactivos (Hamdan et al., 2022). Estudios previos revelan la eficacia del uso de té verde (Bobo et al., 2022), verdolaga (Liu et

al., 2019), hojas de espinoso (Qiao et al., 2021) y jugo de piña (Wardanis et al., 2019) en la conservación de la integridad e inhibición del PE de la papa.

La piña, con una producción anual que supera las 580.000 toneladas, es un fruto muy consumido por los peruanos (Sistema Integrado de Estadística Agraria, 2024). No obstante, la mitad del peso total de la piña se desperdicia, entre el 30% y el 42% p/p corresponde a las cascaras (Roda & Lambri, 2019). Estas contienen cinco compuestos polifenólicos altamente antioxidantes; como el ácido gálico, ácido ascórbico, ácido ferúlico, epicatequina que atenúan la rancidez por la peroxidación lipídica y deterioro de productos (Mohsin et al., 2020).

Dado su alto contenido de antioxidantes, la cascara de piña (*Ananas comosus*) Golden representa una alternativa prometedora para la conservación de alimentos.

Por consiguiente, el propósito fundamental de este estudio es evaluar la capacidad del extracto etanólico de cascara de piña a diferentes concentraciones para preservar las características organolépticas de las papas fritas e inhibir el pardeamiento enzimático.

2. Metodología

Extracción etanólica de cáscara de piña

Se utilizó cascara de piña variedad Golden que fue retirada y lavada con agua destilada. Siguiendo la metodología de Vidinamo et al. (2021) con algunas modificaciones. La cáscara se secó en una estufa de secado (Memmert SF55) a 60 °C durante 12 horas, con un espesor de 5 mm; luego se trituro en un mortero hasta obtener un tamaño de partícula de 0,5 mm. Se realizó la extracción de cascara de piña pulverizada con etanol de 70° en una relación de 1:50 (w/v).

La mezcla pasó a un agitador magnético (BDJK dual HMS-901D) a 300 rpm por 1 hora a temperatura ambiente.

Posteriormente la suspensión se filtró y la solución obtenida, se concentró en el rota vapor (R300 BUCHI), con baño caliente de 35 °C, refrigerante de 5 °C y una frecuencia de giro de 100 rpm. La presión iniciada fue 300 mbar, se redujo gradualmente en 50 mbar cada 10 minutos, hasta llegar a los 100 bar de presión y luego a 80 y 70 bar durante 10 minutos, para evitar la degradación de los compuestos termolábiles.

Seguidamente se prepararon soluciones de extracto diluidas en agua al 3%, 7%, 10% y 15%.

Tabla 1

Tratamientos aplicados a las muestras de papas

Tratamiento	Descripción
PF	Papa sin tratamiento (Control)
SMB	Papa en metabisulfito de sodio 0,1%
AC	Papa en ácido cítrico 0,1%
AA	Papa en ácido ascórbico 0,1%
AG	Papa en agua destilada
P3	Papa en extracto al 3%
P7	Papa en extracto al 7%
P10	Papa en extracto al 10%
P15	Papa en extracto al 15%

Tratamiento de muestras

Las papas variedad Canchan obtenidas en el mercado del distrito de Ilo del departamento de Moquegua fueron limpiadas y lavadas, luego se pelaron y cortaron en rodajas y bastones de 0,5 cm de grosor. Las papas se sumergieron durante 30 min en 200 ml de los diferentes tratamientos (Tabla 1), posteriormente se secaron al aire en temperatura ambiente durante 30 min y se guardaron en envases de polietileno para almacenarlas en refrigeración (4 °C) por 14 días.

Evaluación del pardeamiento

El pardeamiento enzimático se midió mediante el espacio cromático CIE L*, a* y b* por la técnica de reflectancia, con un colorímetro (3nh NS800), ángulo de reflexión 10° y fuente luminosa D65. La medición en las rodajas se tomó en los 0, 3, 7, 10 y 14 días. A partir de las tres dimensiones L*, a*, y b* se calculó el cambio total de color (ΔE) mediante la ecuación:

$$\Delta E = [(L2 - L1)^2 + (a2 - a1)^2 + (b2 - b1)^2]^{1/2} \quad (1)$$

Preparación de muestras sensoriales

Según la metodología de Hunjek et al. (2020) con algunas modificaciones; las papas tratadas se enjuagaron y escurrieron; posteriormente se frieron por 5 min a 180 °C, de forma que estuvieran completamente sumergidas en el aceite de soya. Una vez fritas, se dispusieron en papel absorbente para retirar el aceite en exceso. Tras enfriar a temperatura ambiente, tanto las papas crudas y fritas fueron depositadas en envases cerrados de polietileno previamente codificados con códigos de 3 dígitos aleatorios y pasaron a evaluación sensorial.

Análisis sensorial /Perfil sensorial

Los 9 panelistas con edades entre 20 y 40 años fueron personal del CITEagroindustrial Moquegua, quienes recibieron capacitación y entrenamiento para la descripción y valorización de las propiedades organolépticas del producto, siguiendo

lo establecido en la norma NTP ISO 8586:2014.

Se realizó un análisis cuantitativo descriptivo en una escala de intensidad de 1 a 8 para las características sensoriales de olor, color, textura y sabor. En calidad se clasificó 1 = muy malo a 8 = muy bueno y en defecto se clasificó de 1 = ausente a 8 = presente. Los atributos evaluados se presentan en la Tabla 2.

Los perfiles sensoriales para calidad y defectos fueron presentados por gráficos radiales que permitieron visualizar de manera comparativa el promedio de cada atributo evaluado por cada tratamiento.

Tabla 2

Atributos evaluados en el análisis sensorial

Parámetro	Código	Atributo
Calidad	CO1	Olor a papa frita
	CO2	Olor a papa cruda
	CC1	Color dorado (frito)
	CC2	Color amarillo (crudo)
	CT1	Textura firme (crudo)
	CS1	Sabor a papa frita
Defectos	CS2	Sabor dulce (frito)
	DO1	Olor a aceite quemado (frito)
	DO2	Olor a ácido/avinagrado (crudo)
	DO3	Olor a fruta/dulce (crudo)
	DO4	Olor a guardado (crudo)
	DC1	Color oxidado (crudo)
	DC2	Tonalidades verdes (crudo)
	DT1	Textura blanda (cruda)
	DT2	Textura deshidratada (cruda)
	DS1	Sabor dulce (frito)
	DS2	Sabor ácido (frito)
	DS3	Sabor amargo (frito)
DS4	Sabor rancio (frito)	

Prueba de aceptabilidad

El desarrollo de esta prueba se realizó con el objetivo de medir el nivel de preferencia de los consumidores frente a un producto utilizando pruebas de escalas, ordenamiento o comparación pareada (Watts et al., 1992).

Se evaluó la calidad por escalas categorizadas de cada uno de los tratamientos, a través de un análisis de aceptabilidad con un rango de 1 a 8. Donde los panelistas indicaron su nivel de aceptación o rechazo, estableciéndose que los puntajes de 1 a 4 son de rechazo y los de 5 a 8 son de aceptación. El porcentaje de aceptabilidad se halló con la ecuación:

$$\% \text{ de aceptabilidad} = (N^\circ \text{ puntajes} > 4 / N^\circ \text{ de participantes}) \times 100 \quad (2)$$

Análisis estadístico

El análisis de datos se efectuó mediante el software estadístico Minitab 22, donde se verificó

la normalidad y homocedasticidad de Levene. Los datos de la evaluación de pardeamiento fueron examinados mediante el análisis de varianza de un factor (ANOVA) y las comparaciones entre los grupos se efectuaron mediante Fisher.

Para establecer la normalidad en los datos del análisis sensorial se transformaron mediante el logaritmo en base 10; luego se realizó el ANOVA de un factor, la comparación múltiple entre las muestras se llevó a cabo con la prueba de Tukey. El valor de significancia utilizado en cada análisis fue de 0,05.

3. Resultados y discusión

Evaluación del pardeamiento

El color es la primera propiedad organoléptica que se aprecia en un alimento y orienta la elección del consumidor, ya que se asocia a la calidad y autenticidad (Cairone et al., 2019). La Figura 1 muestra la evolución respecto a la luminosidad (L^*), la tendencia hacia el verde-rojo (a^*) y hacia el amarillo (b^*) de los tratamientos de papa a lo largo de los 14 días. Así como la variación de ΔE calculada respecto al día 0 de cada una de los tratamientos.

La disminución del valor L^* e incremento del valor a^* suele considerarse representativos del pardeamiento por el oscurecimiento y enrojecimiento de las rodajas de papa (Qiao et al., 2021). Las

gráficas A, B y C muestran que las papas tratadas con extracto de cascara de piña a diferentes concentraciones (P3, P7, P10 y P15) presenta un nivel de pardeamiento menor al del control PF. Especialmente el tratamiento P15, que presenta mejor estabilidad en cuanto a la luminosidad L^* , incluso tiene un comportamiento parecido al de SMB ya que en L^* y a^* son los que obtuvieron mayor puntaje. Si bien el ANOVA (Tabla 3) muestra que no hay diferencias significativas en los tratamientos, los p-value de L^* y a^* son muy cercanos al nivel de significancia 0,05, lo que indica que hay una tendencia a la diferencia en esos grupos; ello se verifica con el análisis de Fisher.

La Tabla 3 muestra que los tratamientos SBM y P15 se agrupan en sus medias respecto a L^* y a^* , lo que indica que ambos tratamientos tienen acción similar en cuanto a la inhibición del pardeamiento y conservación del color. También observa que en a^* y b^* los tratamientos AA y AC son los que tienen las medias más cercanas al control PF, siendo estos los que obtuvieron mayores coloraciones rojizas, seguidas del agua (AG) lo que concuerda con el estudio de la inmersión en agua de Gong et al. (2019) ya que disminuye el nivel de pardeamiento. Así mismo, es importante destacar que los tratamientos P10 y P15 fueron los que obtuvieron los menores puntajes en cuanto a la variación de color total ΔE .

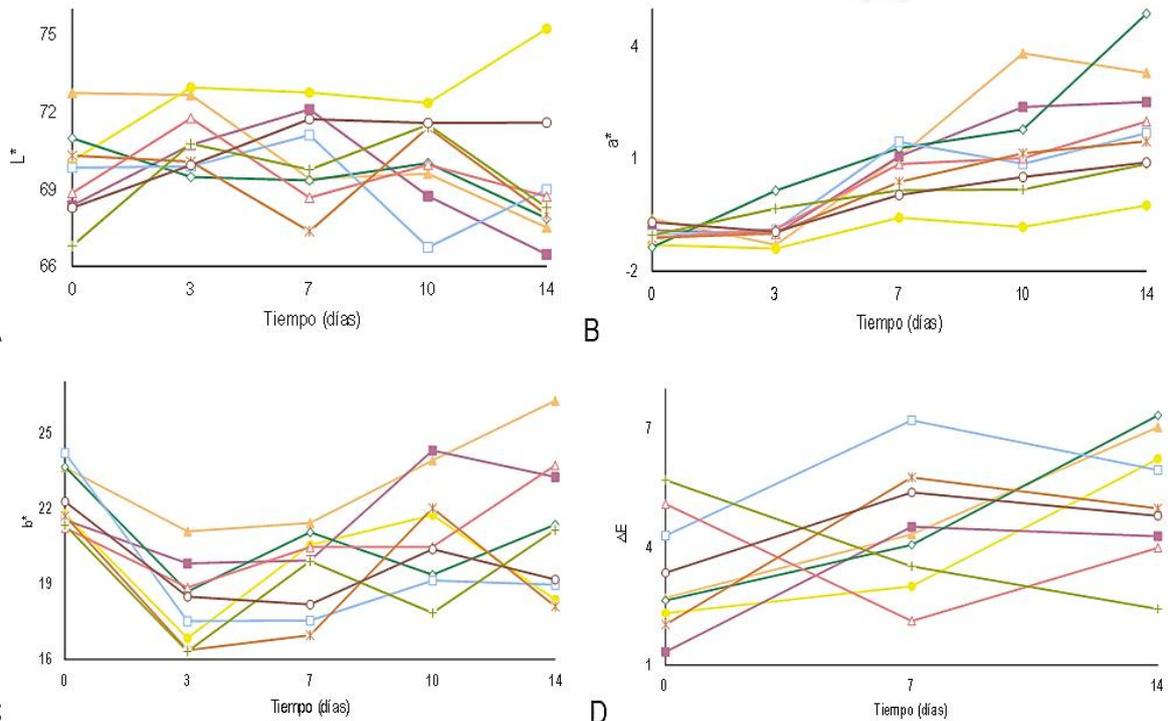


Figura 1: Variación colorimétrica del espacio de color L^* , a^* y b^* (A – C) y ΔE (D) de los tratamientos de papa a 4°C. Los símbolos indican, papa fresca: \blacktriangle , metabisulfito de sodio: \bullet , ácido cítrico: \blacksquare , ácido ascórbico: \blacklozenge , extracto al 3%: \blacktriangle , extracto al 7%: \times , extracto al 10%: $+$, extracto al 15%: \circ , agua: \square

Tabla 3

La tabla debe tener un título conciso y representativo de la información que se muestra

Tratamiento	L*	a*	b*	ΔE
	p-valor= 0,076	p-valor = 0,070	p-valor = 0,391	p-valor = 0,828
PF	70,38 ^b	1,25 ^c	23,239 ^e	4,82 ^a
SMB	72,678 ^a	-0,863 ^d	19,686 ^f	3,44 ^a
AC	69,278 ^b	0,811 ^{cd}	21,749 ^{ef}	3,196 ^a
AA	69,536 ^b	1,35 ^c	20,807 ^{ef}	4,43 ^a
AG	69,312 ^b	0,418 ^{cd}	19,46 ^f	5,21 ^a
P3	69,590 ^b	0,378 ^{cd}	20,929 ^{ef}	2,472 ^a
P7	69,429 ^b	0,179 ^{cd}	19,02 ^f	4,22 ^a
P10	69,423 ^b	-0,031 ^{cd}	19,295 ^f	3,67 ^a
P15	70,620 ^{ab}	-0,035 ^{cd}	19,686 ^f	3,652 ^a

Nota: La tabla presenta los p-valor hallados mediante ANOVA para cada parámetro de color L*, a* y b*. Mediante las comparaciones de Fisher, todas las medias identificadas con la misma letra son estadísticamente significativas entre sí.

Análisis sensorial

El análisis sensorial se llevó a cabo con las muestras AA, AC, SMB, P3, P7, P10, P15 y la papa fresca PF. La Figura 2 muestra los perfiles de calidad y defectos evaluados en los atributos en cada tratamiento. Se puede observar que en el atributo CT1 el extracto P15 obtuvo calificaciones cercanas a los agentes antioxidantes SMB y AA. Así como, en DT2 fue P15 que con 3,5 el que obtuvo la segunda calificación más baja.

Respecto al color de las papas crudas, fueron los tratamientos de P15 con 6,75, SBM con 6,25 y P10 con 6,13 los que obtuvieron las mejores calificaciones, lo que concuerda con el análisis colorimétrico. Sin embargo, cuando las papas se frieron el valor del tratamiento SBM disminuyó a 3,13; esa gran disminución se debió a que, en el proceso de fritura éstas empezaron a dorarse demasiado luego de los 3 min, no llegando así al tiempo establecido; a diferencia de los extractos, los cuales mantuvieron sus puntajes.

Con lo que respecta al sabor, fueron los agentes antioxidantes AC, AA y SMB los que preservan

mejor el sabor característico a la papa frita en comparación a los extractos, los cuales disminuyeron sus puntajes mientras más alta era la concentración.

En cuanto al olor, los extractos de cáscara de piña P3, P7, P10 y P15 fueron los que obtuvieron menores calificaciones en la papa cruda, ya que los jueces señalaron la presencia de un olor avinagrado y dulce, especialmente en los P15 y P10, y el olor ha guardado fue mayor en P3. Después de freír, este defecto se incrementó; ya que en el atributo DO1 fue el P15 que con 3,68 obtuvo el mayor puntaje y se señaló la presencia de un olor a “quemado o tostado”. Esto pudo deberse a los azúcares presentes en la cáscara de piña, pues contiene un 8,60% de azúcar y 1,35% de azúcar reductor (Kunda et al., 2024), que al ser expuestas a altas temperaturas se catalizó la reacción no enzimática entre el grupo carbonilo de los azúcares reductores de la fructosa con un grupo amilo; generándose así ciertos cambios organolépticos en la percepción del sabor y olor (Voyer & Caupolican, 2019).

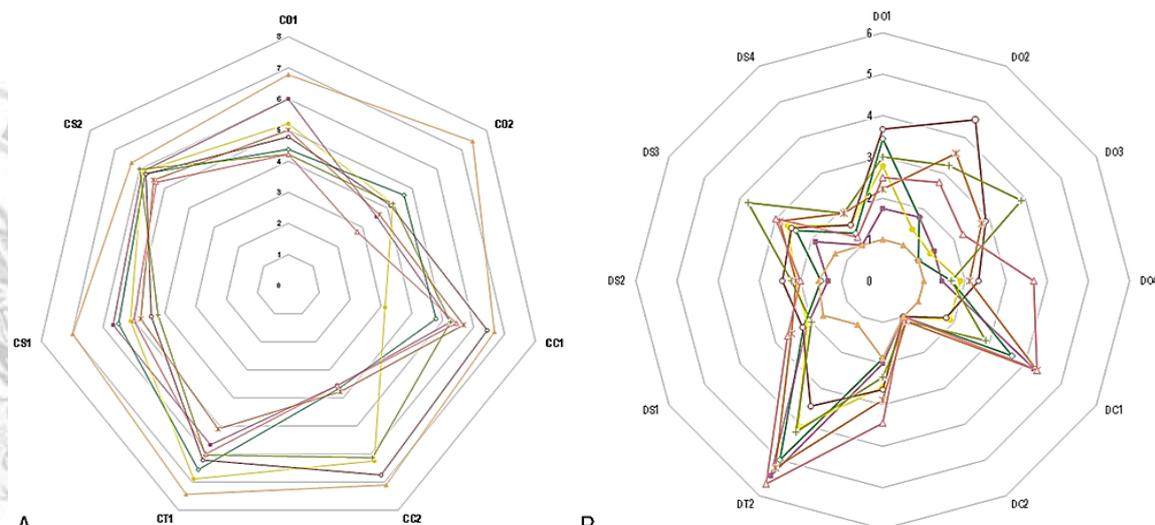


Figura 2: Perfiles de calidad (A) y defecto (B). Los símbolos indican, papa fresca: ▲, metabisulfito de sodio: ●, ácido cítrico: ■, ácido ascórbico: ◆, extracto al 3%: △, extracto al 7%: ✱, extracto al 10%: +, extracto al 15%: ○

En la mayoría de los atributos, los extractos P10 y P15 obtienen puntuaciones cercanas a la papa fresca. El ANOVA realizado con una significancia de 0,05 evidenció que los atributos evaluados en calidad y defectos con un $p = 0,014$ y $p = 0,001$ respectivamente, presentan diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 4).

Tabla 4

Medias de las calificaciones logarítmicas de los parámetros

Tratamiento	Calidad	Defecto
	p-value = 0,014	p-value = 0,001
PF	0,84226 ^a	0,1203 ^d
SMB	0,7070 ^{ab}	0,3248 ^{cd}
AC	0,6967 ^{ab}	0,2819 ^{cd}
AA	0,6960 ^{ab}	0,3130 ^{cd}
P3	0,6515 ^b	0,4297 ^c
P7	0,6740 ^b	0,4327 ^c
P10	0,7061 ^{ab}	0,4198 ^c
P15	0,7334 ^{ab}	0,3940 ^c

Nota: Valores determinados mediante ANOVA de un factor para cada tratamiento. Todas las medias que poseen la misma letra no presentan diferencias significativas.

La evaluación de Tukey muestra que, respecto a la calidad, los tratamientos P15, SMB, P10, AC y AA son significativamente semejantes a la papa fresca. En cuanto al defecto los tratamientos AC, AA y SMB son semejantes a la papa fresca, en general el P3 y P7 son los que presentan una menor calidad y mayor cantidad de defectos, en contraste a los P10 y P15 que tienen una semejanza más cercana a los agentes antioxidantes, demostrando que estas concentraciones son las de mejores resultados. Puesto que globalmente la combinación en la percepción sensorial del color, textura, sabor y olor son los factores de aceptabilidad de la calidad de papas fritas para el consumidor (Hunjek et al., 2020). En la Tabla 5 se muestra la puntuación global de calidad de los 9 jueces, así como las medias y el % de aceptabilidad para cada uno de los tratamientos.

Tabla 5

Calificaciones globales por panelista

Panelista	Tratamientos							
	AA	AC	SMB	P15	P10	P7	P3	PF
P1	6	5	5	6	4	5	4	7
P2	5	6	6	5	5	5	5	8
P3	4	5	5	5	4	4	4	6
P4	5	5	4	5	5	5	5	6
P5	6	4	5	5	5	5	5	6
P6	5	5	5	6	5	5	4	7
P7	4	5	4	5	4	5	4	7
P8	5	5	5	6	5	5	5	6
P9	6	5	5	5	5	6	5	6
Media	5,1	5	4,9	5,3	4,7	5	4,6	6,6
%	77,8	88,9	77,8	100	66,7	88,9	55,6	100

Nota: La tabla presenta el porcentaje de aceptabilidad determinada con la media de cada tratamiento dado por la calificación de cada uno de los panelistas.

Se puede observar que todos los tratamientos fueron aceptados, el tratamiento control PF fue el que obtuvo los mayores puntajes, alcanzando una media de 6,56 y una aceptabilidad del 100%, al igual que el tratamiento P15, aunque con una media de 5,33. Los tratamientos P3 y P10 fueron los que menores porcentajes de aceptabilidad tuvieron y a nivel de aceptabilidad en P7 es igual al AC. Aunque se observaron cambios perceptibles en los atributos evaluados en calidad y defecto, en general la aceptabilidad de las papas tratadas con extracto de piña fue buena.

4. Conclusiones

La investigación mostró la efectividad del uso de extracto de cáscara de piña en la inhibición del pardeamiento de papas por 14 días a 4 °C. Puesto que los extractos, sobre todo a las concentraciones de 15% y 10% conservan mejor los parámetros L^*a^* b^* y disminuyen el cambio de color total ΔE siendo semejantes a la acción del metabisulfito de sodio (SMB). De igual manera, durante el desarrollo del análisis sensorial, se encontraron ciertas deficiencias relacionadas a la presencia de olores tales como “quemado o tostado” en las papas fritas, de igual manera olores ligeramente dulces en las papas crudas. Del mismo modo se percibieron sabores no característicos a papa frita, cuando el extracto está presente a altas concentraciones (10% y 15%); a pesar de estas estas percepciones, las muestras analizadas presentan un buen porcentaje de aceptación por parte de los panelistas entrenados.

Por lo tanto, el extracto de cáscara de piña es una opción prometedora para la conservación de alimentos de manera natural, aunque con ligeras modificaciones en el método de extracción o fritura para evitar las deficiencias presentadas.

Agradecimientos

Al CITEagroindustrial Moquegua por su invaluable contribución en el proceso investigativo de este estudio.

Referencias bibliográficas

- AL-abbasy, O. Y., Ali, W. I., & Al-lehebe, N. I. (2021). Inhibition of enzymatic browning in fruit and vegetable, review. *Samarra Journal of Pure and Applied Science*, 3(1), 56-73.
- Alimohammadi, A., Moosavy, M.-H., Doustvandi, M. A., Baradaran, B., Amini, M., Mokhtarzadeh, A., & de la Guardia, M. (2021). Sodium metabisulfite as a cytotoxic food additive induces apoptosis in HFFF2 cells. *Food Chemistry*, 358, 129910. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129910>
- Bobo, G., Arroqui, C., & Virseda, P. (2021). Natural plant extracts as inhibitors of potato polyphenol oxidase: The green tea case study. *LWT*, 153, 112467. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112467>

- Bobo-García, G., Arroqui, C., Merino, G., & Virseda, P. (2019). Antibrowning Compounds for Minimally Processed Potatoes: A Review. *Food Reviews International*, 36(5), 529-546. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1650761>
- Burgos, G., Zum Felde, T., Andre, C., & Kubow, S. (2020). *The Potato and Its Contribution to the Human Diet and Health*. En H. Campos, & O. Ortiz (Eds.), *The potato crop* (pp. 37-74). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-28683-5>
- Cairone, F., Carradori, S., Locatelli, M., Casadei, M. A., & Cesa, S. (2019). Reflectance colorimetry: a mirror for food quality—a mini review. *European Food Research and Technology*, 246(2), 259-272. <https://doi.org/10.1007/s00217-019-03345-6>
- Casado Vela, J. (2004). *Aproximación cinética, molecular y proteómica al estudio de podredumbre apical en frutos de tomate ("Lycopersicon esculentum" m.)*. Implicación de polifenol oxidasa (PPO) y enzimas antioxidantes. [Tesis de doctorado, Universidad de Alicante].
- El Peruano (2024, 21 de julio). *Día del Pollo a la Brasa: Hay cerca de 13,000 pollerías en todo el país*. Diario Oficial El Peruano. <https://elperuano.pe/noticia/248357-dia-del-pollo-a-la-brasa-hay-cerca-de-13000-pollerias-en-todo-el-pais>
- Gong, Y., Qingguo, R., Ma, S., Ma, Y., Meng, Q., Zhang, Z., & Shi, J. (2019). Short-time water immersion inhibits the browning of fresh-cut potato by enhancing antioxidant capability and tyrosine scavenging. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(11). <https://doi.org/10.1111/jfpp.14168>
- Hamdan, N., Lee, C. H., Wong, S. L., Fauzi, C. E. N. C. A., Zamri, N. M. A., & Lee, T. H. (2022). Prevention of Enzymatic Browning by Natural Extracts and Genome-Editing: A Review on Recent Progress. *Molecules*, 27(3), 1101. <https://doi.org/10.3390/molecules27031101>
- Hunjek, D. D., Pranjić, T., Repajić, M., & Levaj, B. (2020). Fresh-cut potato quality and sensory: Effect of cultivar, age, processing, and cooking during storage. *Journal Of Food Science*, 85(8), 2296-2309. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15353>
- Lai, M. C., Hung, T. Y., Lin, K. M., Sung, S. P., Wu, S. J., Yang, C. S., Wu, Y.-J., Tsai, J.-J., Wu, S.-N. & Huang, C. W. (2017). Sodium Metabisulfite: Effects on Ionic Currents and Excitotoxicity. *Neurotoxicity Research*, 34, 1-15. <https://doi.org/10.1007/s12640-017-9844-4>
- Liu, X., Yang, Q., Lu, Y., Li, Y., Li, T., Zhou, B., & Qiao, L. (2019). Effect of purslane (*Portulaca oleracea* L.) extract on anti-browning of fresh-cut potato slices during storage. *Food Chemistry*, 283, 445. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.058>
- Michael Eskin, N. A., Ho, C. T. & Shahidi, F. (2013). *Browning Reactions in Foods*. En N. A. Michael Eskin & F. Shahidi (Eds), *Biochemistry of Foods* (3a ed., pp. 245-289). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-091809-9.00006-6>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2022). En el día nacional, el Perú libera la producción de papa en América Latina. <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/612374-midagri-en-el-dia-nacional-el-peru-lidera-la-produccion-de-papa-en-america-latina>
- Mohsin, A., Jabeen, A., Majid, D., Allai, F. M., Dar, A. H., Gulzar, B. & Makroo, A. (2020). *Pineapple*. En G. A. Nayik & A. Gull (Eds), *Antioxidants in Fruits: Properties and Health Benefits* (pp 379-396). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7285-2_19
- New Jersey Department of Health. (2005). Hoja informativa sobre sustancias peligrosas: Metabisulfito de sodio. <https://www.nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/1708sp.pdf>
- Qiao, L., Wang, H., Shao, J., Lu, L., Tian, J., & Liu, X. (2021). A novel mitigator of enzymatic browning—hawthorn leaf extract and its application in the preservation of fresh-cut potatoes. *Food Quality and Safety*, 5. <https://doi.org/10.1093/ftqsaf/fyab015>
- R. M., Lokollo, R. R., Utami, P., Jesajas, H., & Moniharapon, M. (2024). Pelatihan pembuatan minuman probiotik fermentasi dari limbah kulit nanas (*Ananas comosus* L.) di Desa Seruawan. *INDRA Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(2), 60-65. <https://doi.org/10.29303/indra.v5i2.376>
- Roda, A. & Lambri, M. (2019). Food uses of pineapple waste and by-products: a review. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(4), 1009-1017. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14128>
- Sistema Integrado de Estadística Agraria. (2024). *Boletín Estadístico mensual el Agro en Cifras*. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5941243/4024332-boletin-mensual-el-agro-en-cifras-diciembre-2023.pdf?v=1710003696>
- Vidinamo, F., Fawzia, S., & Karim, M. A. (2021). Investigation of the Effect of Drying Conditions on Phytochemical Content and Antioxidant Activity in Pineapple (*Ananas comosus*). *Food And Bioprocess Technology*, 15(1), 72-81. <https://doi.org/10.1007/s11947-021-02715-x>
- Voyer, Luis E. & Alvarado, Caupolicán. (2019). Reacción de Maillard: Efectos patogénicos. *Medicina (Buenos Aires)*, 79(2), 137-143.
- Wardanis, P., Zulkifli, Z., Lande, M. L., & Nurcahyani, E. (2019). Efektivitas ekstrak daging buah nanas (*Ananas comosus* L.) dalam penurunan indeks browning dari umbi kentang (*Solanum tuberosum* L.). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 19(2), 152-158. <https://doi.org/10.25181/jppt.v19i2.1568>
- Watts, B.M., Ylimaki, G.L., Jeffery, L.E., & Elías, L.G. (1992). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*. Centro Internacional de Investigaciones para el desarrollo.

