



INFLUENCIA DE TRATAMIENTOS QUÍMICOS SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA VAINA DE ARVEJA

INFLUENCE OF CHEMICAL TREATMENT ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF PEA PODS

****Villada Castillo Dora Clemencia^{1,2}, Duran Osorio Daniel Salvador², Ochoa Flórez Diego Enrique^{1,2}.***

1. Facultad Ciencias Agrarias y del Ambiente. Grupo de investigación en Ciencia y Tecnología Agroindustrial – GICITECA. Universidad Francisco de Paula Santander. Cúcuta. Norte de Santander. Colombia. *Correo electrónico: ORCID: 0000-0003-3794-928X doraclemenciavc@ufps.edu.co; ORCID: 0000-0002-9526-3481 Correo electrónico: diegoenriqueof@ufps.edu.co

2. Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Doctorado en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Grupo de investigación en ingeniería y tecnología de alimentos-GINTAL. Universidad de Pamplona, Km 1, Pamplona. Norte de Santander. Colombia. Correo electrónico: danieldurand@unipamplona.edu.co

Recibido: mayo 16 de 2023; Aceptado: noviembre 30 de 2023

RESUMEN

Las cáscaras o vainas de arvejas son residuos que se obtienen una vez se retira de su envoltura las semillas. Este residuo agroindustrial presenta alta riqueza de carbohidratos, proteínas, vitaminas, pigmentos e incluso compuestos fenólicos. Con el fin de aprovechar este subproducto el objeto de la investigación fue estudiar la influencia de tratamientos químicos sobre las propiedades físicas de la vaina de arveja. Inicialmente, se trató la vaina de arveja con ácido acético al 0,5 y 2 %, con bisulfito de sodio al 2,5 % y una muestra control sin tratamiento. Posteriormente, las vainas fueron analizadas determinando el color por colorimetría mediante la escala CieLa*b*, dureza por texturómetro, contenido total de clorofila (TCh) y carotenoides (TCa) por espectrofotometría Visible a

663 mm, 645 mm y 410 mm respectivamente. Las vainas tratadas con ácido acético al 0.5 % presentaron los valores más alto del parámetro de b^* de 19,17 y las tratadas con bisulfito de sodio al 2,5 % presentaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) con respecto a las otras muestras en los parámetros de luminosidad (L) y (b^*). Con respecto a la dureza la fuerza requerida para que la ruptura fue de 28 a 32 N en un lapso de 16 a 18 segundos, indicando una correlación con el contenido de humedad, fibra cruda y contenido de pectina. Los pigmentos contenidos en la vaina de arveja pueden ser utilizado para enriquecer alimentos por ser fuente natural de clorofila y carotenoides, aportando un alto valor nutricional con color atractivo y efectos benéficos para la salud humana.

*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia
Dora Clemencia Villada Castillo

Email: doraclmenciavc@ufps.edu.co.

Palabras clave: *arveja, carotenoides, clorofila, propiedades físicas, textura, vaina.*

ABSTRACT

The husks or pods of peas are residues that are obtained once the seeds are removed from their envelope. This agro-industrial waste is rich in carbohydrates, proteins, vitamins, pigments and even phenolic compounds. In order to take advantage of this by-product, the object of the research was to study the influence of chemical treatments on the physical properties of the pea pod. Initially, the pea pod was treated with 0.5 % and 2% oily acid, with 2.5 % sodium bisulfite and an untreated control sample. Subsequently, the pods were analyzed by determining the color by colorimetry using the Ciel a^*b^* scale, hardness by texturometer, total chlorophyll content (TCh) and carotenoids (TCa) by visible

spectrophotometry at 663 nm, 645 nm and 410 nm respectively. The pods treated with 0.5 % acetic acid presented the highest values of the parameter of b^* of 19.17 and those treated with sodium bisulfite at 2.5 % presented significant differences ($p \leq 0.05$) with respect to the other samples in the parameters of luminosity (L) and (b^*). With respect to hardness the force required for the break was 28 to 32 N in a span of 16 to 18 seconds, indicating a correlation with moisture content, crude fiber and pectin content. The pigments contained in the pea pod can be used to enrich foods because it is a natural source of chlorophyll and carotenoids, providing a high nutritional value with attractive color and beneficial effects for human health.

Keywords: *peas, carotenoids, chlorophyll, physical properties, texture, sheath.*

INTRODUCCIÓN

La vaina de alverja, composición y propiedades.

La arveja (*Pisum sativum*, L.) es una planta leguminosa de la familia Fabaceae, domesticada por el hombre desde tiempos muy antiguos, según hallazgos arqueológicos realizados en Tailandia, Irak y Suiza que datan entre 10.000 y 3.000 años antes de Cristo (DANE, 2015). La producción de residuos de cáscaras de guisantes verdes o vainas de guisantes se estima entre un 35%-40% tras extraer los guisantes de sus vainas (Hanan *et al.*, 2020). Las vainas o

cáscaras de las arvejas ofrecen grandes beneficios para la salud, brinda excelentes propiedades nutricionales por sus aportes en vitaminas, minerales, pigmentos y fibra dietética; además de ser bajas en calorías, grasas y colesterol (Pathak *et al.*, 2016).

Los residuos agrícolas tienen un gran potencial en ser aprovechados como fuente de potencial de pigmentos naturales (clorofila, carotenos), compuestos fenólicos, vitaminas, minerales y fibra dietética, etc., dadas sus propiedades antioxidantes y antiinflamatorias benéficas para la salud

(Ordoñez-Santos *et al.*, 2020). Estos fitoquímicos son ampliamente aprovechados en la industria agroalimentaria, farmacéutica, química y textil, los cuales son utilizados para la elaboración de alimentos funcionales o enriquecidos, en la producción de medicamentos, industria de pinturas y tintes (Sagar *et al.*, 2018; Villada *et al.*, 2022).

Los pigmentos como clorofila y carotenos se encuentran en los cloroplastos y cromoplastos respectivamente. La clorofila *a* es la responsable del color verde de los vegetales y es la que confiere el color azul-verde (verde intenso) mientras que la clorofila *b* es la responsable del color amarillo-verde (verde), ambos presentes en una relación de 2 o 3 a 1 (Lancaster *et al.*, 1997). Los carotenoides son responsables de los colores de amarillo, anaranjado y rojo dado a su alto potencial como antioxidantes (Guevara *et al.*, 2020; Kumari & Deka, 2021). Con respecto a la textura sobre las condiciones de dureza y firmeza, estas dependen de factores como el grado de madurez al momento de la cosecha, tipo de cosecha, nivel de turgencia, variedad, etc. Factores que al momento de su procesamiento juega un papel muy importante en la calidad de los mismo (Jadán Piedra, 2017).

Aprovechamiento de la vaina de alverja en la industria agroalimentaria.

Los residuos agroindustriales como las vainas de guisantes han sido empeladas en estudios recientes como suplementos proteicos en alimentos dirigidos a poblaciones con obesidad (Ding *et al.*, 2023). Así mismo en la elaboración de leches vegetales (Xing *et al.*, 2022), biopelículas en gel (Elsebaie *et al.*, 2023), bioestimulantes agrícolas (Szpunar-Krok, 2022), retenedores de humedad orgánicos (Arunadevi *et al.*, 2022), suplemento de alimentos nutracéuticos (Castaldo *et al.*, 2022), harinas vegetales (González-Montemayor *et al.*, 2021), biomasas (Krga *et al.*, 2021) e incluso biocombustibles (Vasiljevic *et al.*, 2021).

Dado el estado del conocimiento actual sobre el empleo de la vaina de alverja, su versatilidad de usos y aplicaciones se hace necesario explorar las propiedades de físicas de esta al someterse a tratamientos químicos que permitan mejorar las propiedades intrínsecas de la misma. El objeto del estudio fue evaluar la influencia de tratamientos químicos sobre las propiedades físicas de la vaina de arveja.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en los en el laboratorio de Ciencia y Tecnología de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Pamplona- Pamplona (Norte de Santander).

Obtención y preparación del material vegetal:

Se partió de 2 Kg de vaina de arveja, las cuales fueron adquiridas en el centro de abastos de Cúcuta (Norte de Santander) en un solo estado de maduración (verde), y se dividieron en cuatro lotes iguales para ser procesados. Las semillas fueron retiradas de las vainas manualmente. Cada uno de los lotes se desinfectó con hipoclorito de sodio a 50 ppm, y posteriormente tratados con un conservante en solitario y su combinación (tabla 1), en soluciones acuosas a temperatura ambiente (20 ± 2 °C), con el fin de retardar los procesos de degradación de la clorofila, el color, la pérdida de turgencia.

Tabla 1. Tratamientos de aplicación a las muestras de análisis.

Pretratamiento	Componente	Concentración %
1 (AA 0,5%)	Ácido acético	0,5
2 (AA 2%)	Ácido acético	2
3 (BS 2,5%)	Bisulfito de sodio	2,5
4	Control	---

Las muestras fueron cortadas en trozos de 10 cm de largo. Una vez realizados los tratamientos, las muestras previamente escurridas y con ayuda de papel absorbente fueron secadas y guardadas en bolsas de plástico.

Determinación del color:

para la determinación del color en las muestras se analizaron los cuatro lotes tratados del material vegetal. Las mediciones se realizaron en un colorímetro con la escala CieLab, empelando una fuente de luz D65 y ángulo de visión de 10°. Se utilizaron los parámetros de color CIE Lab para describir el color de las muestras, donde L* indica la luminosidad, a* indica la cromaticidad en un eje de verde (-) a rojo (+) y b* indica la cromaticidad en un eje de azul (-) a amarillo (+). Se realizaron 5 tomas por muestra.

Determinación de clorofila y carotenos:

para la extracción, se tomaron inicialmente 10 g de material vegetal, estos se llevaron a triturar con ayuda de un mortero, proceso que ayudó a destruir las células vegetales y de esta forma liberar la clorofila incluida en los cloroplastos. Se introdujo 2 g de material triturado dentro de un frasco color ámbar, al que se le añadió 10 mL de una solución

acetona-agua al 90 % en volumen llevándolo a un baño ultrasónico durante 5 minutos a 25 °C, se agitó cada frasco y se dejaron por 24 h a 4 °C en total oscuridad. Pasadas las 24 h, se extrajo el sobrenadante y se centrifugó a 2700 x g a 4 °C por un tiempo de 5 minutos (Rammuni *et al.*, 2019).

Medición y cuantificación de clorofila.

Con una jeringa, se tomaron, por triplicado, 3 mL de la solución del extracto obtenido el cual se dispuso en una cubeta de cuarzo para la lectura espectrofotométrica (Genesys 10) de las concentraciones de clorofila total, a y b. (Official Methods of Analysis of AOAC) (AOAC, 1990). La longitud de onda empleada para la evaluación de los pigmentos fue de 663 nm, 645 nm y 410 nm para medir la clorofila a, clorofila b y carotenos respectivamente (Pariasca *et al.*, 2001).

Tabla 2. Ecuaciones para la cuantificación de pigmentos.

Pigmento	Ecuación
Clorofila total ($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$)	$7,05\cdot A_{663} + 18,09\cdot A_{645}$
Clorofila a ($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$)	$11,24\cdot A_{663} - 2,04\cdot A_{645}$
Clorofila b ($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$)	$20,13\cdot A_{645} - 4,19\cdot A_{663}$
Carotenos totales ($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$)	$(1000\cdot A_{470} - 1,90\cdot \text{Clorofila a} - 63,14\cdot \text{Clorofila b})/214$

Fuente: (Lichtenthaler, 1987).

Finalmente, los valores obtenidos fueron remplazados en las ecuaciones como se expresan en la tabla 2 para la cuantificación del extracto ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$).

Análisis de fuerza de corte. Las vainas se acomodaron en sentido longitudinal evitando la nervadura central en doble placa perforada. Los ensayos se realizaron 8 veces par cada tratamiento. Se empleó una celda de carga de 5 N, una velocidad de pre-ensayo y post ensayo de 5 mm/s, velocidad de ensayo 1 mm/s avance. Los resultados se expresaron como F_{max} por unidad de masa (N/g) según Rubinstein *et al.*, (2013).

Análisis estadístico. Los resultados obtenidos fueron tratados estadísticamente a través de análisis normal de varianza (ANOVA) y con el fin de discernir mejor los resultados del ANOVA se utilizó la prueba post hoc de Diferencias Mínimas Significativas (DMS). Los experimentos se realizaron por triplicado y fueron efectuados utilizando el paquete de software estadístico SPSS versión 26.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características colorimétricas

En la tabla 3 se observan los resultados del análisis de color de las muestras de la vaina de arveja estudiadas, donde las muestras tratadas con ácido acético al 0.5% y bisulfito

de sodio al 2,5 % presentaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) con respecto a las otras muestras en los parámetros de luminosidad (L) y (b^*) con tendencia entre los tonos verdes y amarillos.

Tabla 3. Efecto de los tratamientos químicos sobre el color de las vainas

Muestra de Vaina de Arveja	L Media \pm DE	a Media \pm DE	b Media \pm DE
Control	44,55 \pm 2.06 ^a	-7.97 \pm 1.12 ^a	16,45 \pm 1.29 ^a
AA 2%	45,21 \pm 2.23 ^a	-8.18 \pm 1.89 ^a	17,64 \pm 1.82 ^a
AA 0.5%	46,51 \pm 2.29 ^{ab}	-8.44 \pm 1.31 ^a	19,17 \pm 0.54 ^{ab}
BS 2.5%	42,87 \pm 2.19 ^{ab}	-7.50 \pm 1.34 ^a	17,45 \pm 0.85 ^{ab}

L.: negro a blanco (0-100); a.: verde a rojo (-60, +60);

*Letras diferentes entre columnas indica diferencias significativas ($p < 0,05$), \pm DE: desviación estándar

En la figura 1 se muestran los resultados de los valores de las muestras de las vainas de arveja representados en la gráfica del CIELab, donde se observa que las vainas presentan una coloración que va desde una tonalidad verde claro hasta un amarillo claro, esto es debido a los cambios que sufre la clorofila durante la postcosecha por los efectos del etileno acelera sobre las vainas que degradan la clorofila e induce la síntesis de carotenoides. Las vainas tratadas con ácido acético al 0.5% presentó los valores más alto del parámetro de b^* de 19,17 con diferencias significativas ($p < 0,05$) con respecto a las otras muestras, el cual es

asociado a los colores amarillos (Montalvo-González, 2009). Schmalko *et al.*, (2003) reportaron que los cambios del color en los alimentos dependen de la degradación de la clorofila y carotenos presentes en ellos y por la influencia significativamente de la temperatura y la actividad de agua.

Determinación de clorofilas y carotenoides totales por espectrofotometría.

En la tabla 4 se puede apreciar que las muestras tratadas con AA 2%, AA 0.5% y BS 2.5% no presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en relación con la muestra control.

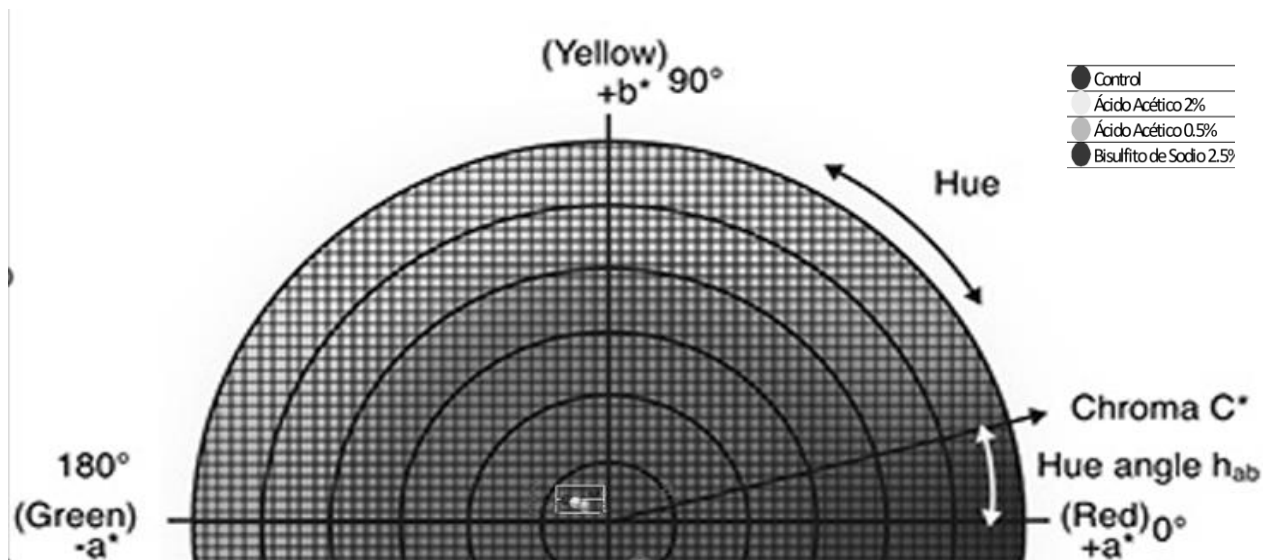


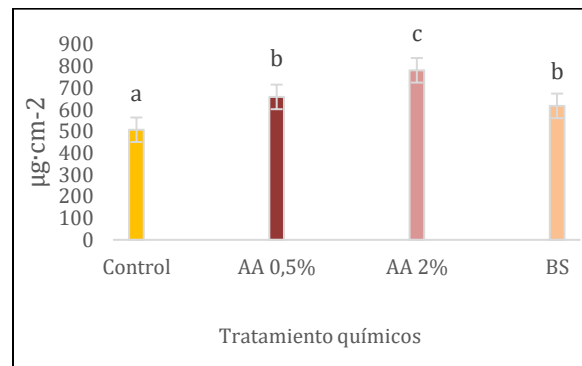
Figura 1. Espacio cromático de las muestras analizadas según el tratamiento aplicado.

Tabla 4. Cuantificación de clorofila de los tratamientos

Muestra	Clorofila Total	Clorofila a	Clorofila b
Control	8,02±2.69 ^a	5.90±1.88 ^a	2,11±0.81 ^a
AA 2%	10,25±0.37 ^a	7.46±0.23 ^a	2,79±0.15 ^a
AA 0.5%	11,97±0.56 ^a	8,00±0.58 ^a	3,96±0.99 ^a
BS 2.5%	8,69±0.63 ^a	6.44±0.40 ^a	2,24±0.24 ^a

Letras diferentes presentan diferencias en un nivel del 0,05.

En la figura 2 se puede observar los resultados obtenidos en la determinación de carotenoides. Las muestras con tratamientos químicos presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) con la muestra control, la tratada con AA 2% mostro mayor contenido de carotenoides de 781,11 $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ en comparación con las demás.



Letras diferentes presentan diferencias en un nivel del 0,05.

Figura 2. Cuantificación de carotenoides de los tratamientos.

El contenido de carotenoides y pigmentos de clorofila presentes en frutas y verduras depende en gran medida de la calidad de las materias primas y las condiciones climáticas durante el crecimiento y maduración. Lo que sugiere que durante la maduración la cantidad de clorofila en los tejidos de la fruta

y verduras disminuye rápidamente y la cantidad de carotenoides aumenta (Ayour *et al.*, 2016). Las clorofilas y carotenoides son sintetizados y acumulados en organelos especializados (cloroplastos y cromoplastos, respectivamente) (Delgado-Pelayo *et al.*, 2014). El cambio causado por la síntesis de carotenoides y la degradación de clorofilas es el primer signo observable de maduración (Ayour *et al.*, 2016).

Análisis de textura

En la figura 3 se observan los resultados obtenidos del análisis respectivo. La dureza es la fuerza máxima que tiene lugar en cualquier tiempo durante el primer ciclo de compresión (Bourne, 1978) Se expresa en unidades de fuerza, N ò (Kg m s-2) (Rosenthal, 1999).

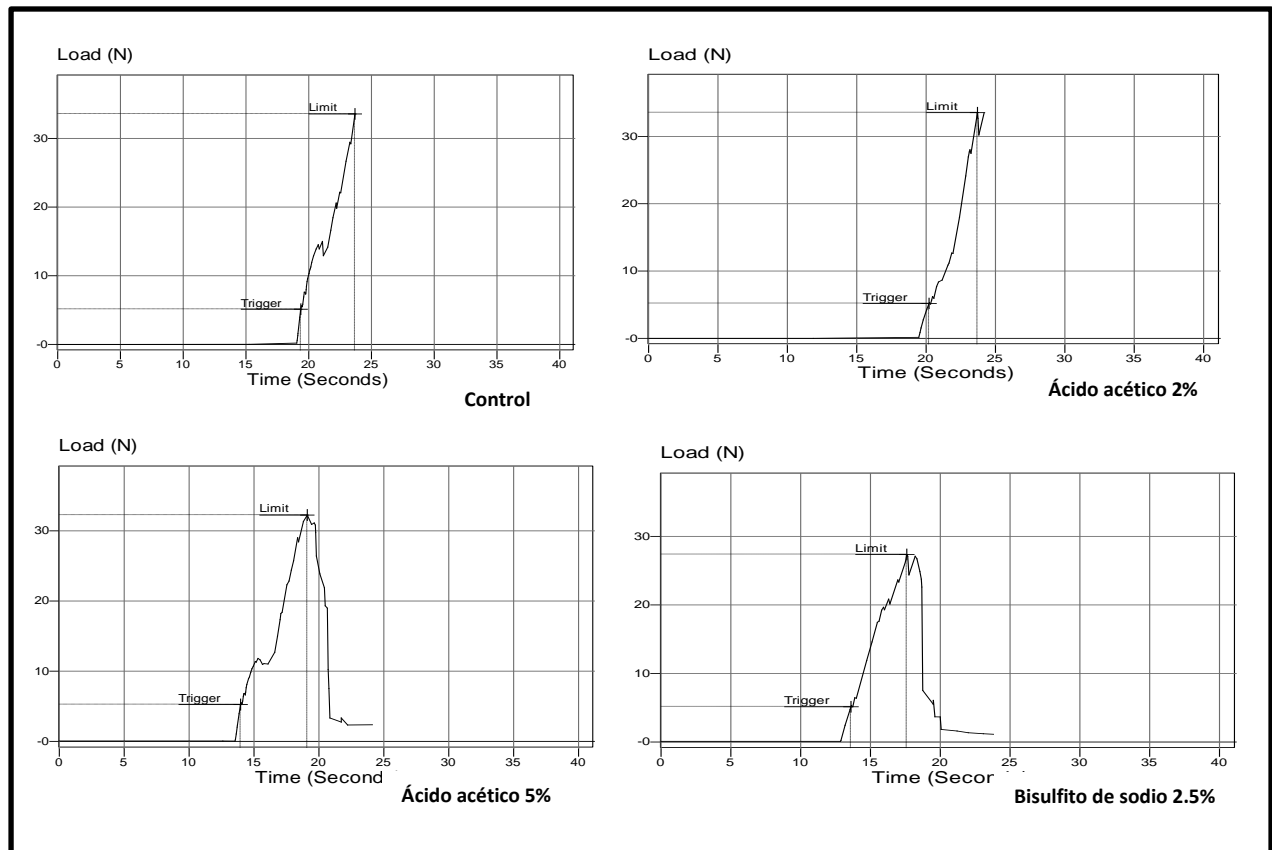


Figura 3. Prueba de textura de los tratamientos analizados.

La figura 3 muestra los resultados de las mediciones instrumentales del atributo de dureza a las cuatro muestras. Los resultados muestran que la fuerza requerida para que la ruptura se de esta entre 28 a 32 N en un lapso de 16 a 18 segundos, posiblemente está dado por grado de madurez de la cáscara, nivel de turgencia (Knee *et al.*,

2008), cantidad y naturaleza de los polisacáridos presentes en la pared celular de las células vegetales (Andrade *et al.*, 2010). Los resultados indicaron que la dureza tuvo una correlación con el contenido de humedad, fibra cruda y contenido de pectina.

CONCLUSIONES

El color de las vainas de arveja presentó diferencias entre sí. Los tratamientos aumentaron la luminosidad y tonos verdes a expresión del tratamiento con bisulfito de sodio. Indicando que los tratamientos químicos favorecieron la presencia de clorofila en este subproducto. Estos resultados se correlacionan con la cuantificación clorofila, donde el mayor contenido se presencié el tratamiento con ácido acético al 0,5%, siendo medio más efectivo para obtención y cuantificación de clorofila total y sus variantes a y b. sin

embargo, en cuanto al contenido de carotenoides, el tratamiento de mayor contenido fue el de ácido acético al 2%. Finalmente, la textura no se vio influenciada significativamente por los tratamientos, estando entre 28 a 32 Newtons. Dentro de los tratamientos, la influencia del ácido acético fue relevante en con respecto a los demás, siendo el tratamiento químico que mejor indica efectos positivos sobre la varían de arveja, aumentando su disponibilidad de compuestos como la clorofila y carotenos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, R. D., Torres, R., Montes, E. J., Pérez, O. A., Bustamante, C. E., & Mora, B.. (2010). Effect of temperature on the rheological behavior of zapote pulp (*Calocarpum sapota* Merr). *Revista Tecnica de Ingenieria, Universidad de*

Zulia.

AOAC. (1990). *Official Methods of Analysis - A.O.A.C. ASsociation of official analytical chemests.* 1(Volume 1).

Arunadevi, K., Singh, M., Franco, D.,

- Prajapati, V. K., Ramachandran, J., & Maruthi Sankar, G. R. (2022). Real Time Soil Moisture (RTSM) Based Irrigation Scheduling to Improve Yield and Water-Use Efficiency of Green Pea (*Pisum sativum* L.) Grown in North India. *Agronomy* 2022, Vol. 12, Page 278, 12(2), 278.
<https://doi.org/10.3390/AGRONOMY12020278>
- Ayour, J., Sagar, M., Alfeddy, M. N., Taourirte, M., & Benichou, M. (2016). Evolution of pigments and their relationship with skin color based on ripening in fruits of different Moroccan genotypes of apricots (*Prunus armeniaca* L.). *Scientia Horticulturae*, 207, 168–175.
<https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2016.05.027>
- Bourne. (1978). Texture profile analysis [Food acceptability]. *Food Technology*.
<https://doi.org/10.3/JQUERY-UI.JS>
- Castaldo, L., Izzo, L., Gaspari, A., Lombardi, S., Rodríguez-Carrasco, Y., Narváez, A., Grosso, M., & Ritieni, A. (2022). Chemical composition of green pea (*Pisum sativum* L.) pods extracts and their potential exploitation as ingredients in nutraceutical formulations. *Antioxidants*, 11(1), 105.
<https://doi.org/10.3390/ANTIOX11010105/S1>
- DANE, (2015). *Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria: El cultivo de la arveja en Colombia*.
https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos31_mar_2015.pdf
- Delgado-Pelayo, R., Gallardo-Guerrero, L., & Hornero-Méndez, D. (2014). Chlorophyll and carotenoid pigments in the peel and flesh of commercial apple fruit varieties. *Food Research International*.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.03.025>
- Ding, Y. Y., Pan, Y., Zhang, W., Sheng, Y., Cao, Y., Gu, Z., Shen, Q., Wang, Q., & Chen, X. (2023). Preparation of Gum Arabic–Maltose–Pea Protein Isolate Complexes for 1–Octacosanol Microcapsule: Improved Storage Stability, Sustained Release in the Gastrointestinal Tract, and Its Effect on the Lipid Metabolism of High–Fat–Diet–Induced Obesity Mice. *Foods*, 12(1), 112.
<https://doi.org/10.3390/FOODS12010112/S1>
- Elsebaie, E. M., Mousa, M. M., Abulmeaty, S. A., Shaat, H. A. Y., Elmeslamy, S. A. E.,

- Asker, G. A., Faramawy, A. A., Shaat, H. A. Y., Abd Elrahman, W. M., Eldamaty, H. S. E., Abd Allah, A. L., & Badr, M. R. (2023). Chitosan-Based Green Pea (*Pisum sativum* L.) Pod Extract Gel Film: Characterization and Application in Food Packaging. *Gels* 2023, Vol. 9, Page 77, 9(2), 77. <https://doi.org/10.3390/GELS9020077>
- González-Montemayor, A. M., Solanilla-Duque, J. F., Flores-Gallegos, A. C., López-Badillo, C. M., Ascacio-Valdés, J. A., & Rodríguez-Herrera, R. (2021). Green Bean, Pea and Mesquite Whole Pod Flours Nutritional and Functional Properties and Their Effect on Sourdough Bread. *Foods* 2021, Vol. 10, Page 2227, 10(9), 2227. <https://doi.org/10.3390/FOODS10092227>
- Guevara-Cuasapud Lorieth A.; Gómez-Barrera Milton. (2020). Reconocimiento de metabolitos secundarios presentes en las hojas de *Ilex guayusa* Loes. *Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*. ISSN 1692-712 ISSN Impreso 1692-7125 / ISSN Electrónico 2711-3035. Volumen 18 N° 1. Pp: 22 – 33.
- Hanan, E., Rudra, S. G., Sagar, V. R., & Sharma, V. (2020). Utilization of pea pod powder for formulation of instant pea soup powder. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(11), e14888. <https://doi.org/10.1111/JFPP.14888>
- Jadán Piedra, F. (2017). Control del pardeamiento enzimático en manzanas cortadas (Red delicious) mediante un sistema de envasado activo. *Enfoque UTE*, 8(2), 66–77. <https://doi.org/10.29019/ENFOQUEUTE.V8N2.158>
- Knee, M., Oria Almudí, R., & Jaime Sisó, M. (2008). Textura de la fruta, metabolismo de la pared celular y percepciones del consumidor. *Bases Biológicas de La Calidad de La Fruta, 2008, ISBN 978-84-200-1096-0, Págs. 47-90, 47–90*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2720760>
- Krga, I., Simić, A., Dželetović, Ž., Babić, S., Katanski, S., Nikolić, S. R., & Damjanović, J. (2021). Biomass and Protein Yields of Field Peas and Oats Intercrop Affected by Sowing Norms and Nitrogen Fertilizer at Two Different Stages of Growth. *Agriculture* 2021, Vol. 11, Page 871, 11(9), 871. <https://doi.org/10.3390/AGRICULTURE11090871>

- Kumari, T., & Deka, S. C. (2021). Potential health benefits of garden pea seeds and pods: A review. In *Legume Science*. <https://doi.org/10.1002/leg3.82>
- Lancaster, J. E., Lister, C. E., Reay, P. F., & Triggs, C. M. (1997). Influence of pigment composition on skin color in a wide range of fruit and vegetables. In *Journal of the American Society for Horticultural Science* (Vol. 122, Issue 4, pp. 594–598). <https://doi.org/10.21273/jashs.122.4.594>.
- Lichtenthaler, H. K. (1987). Chlorophylls and Carotenoids: Pigments of Photosynthetic Biomembranes. *Methods in Enzymology*. [https://doi.org/10.1016/0076-6879\(87\)48036-1](https://doi.org/10.1016/0076-6879(87)48036-1)
- Montalvo-González, E. (2009). Efecto del etileno exógeno sobre la desverdización del chile “poblano” en poscosecha. *Revista Chapingo Serie Horticultura*.
- Ordoñez-Santos, L. E., Esparza-Estrada, J., & Vanegas-Mahecha, P. (2020). Potencial agroindustrial del epicarpio de mandarina como alternativa de colorante natural en pan. *TecnoLógicas*. <https://doi.org/10.22430/22565337.1465>
- Pariasca, J. A. T., Miyazaki, T., Hisaka, H., Nakagawa, H., & Sato, T. (2001). Effect of modified atmosphere packaging (MAP) and controlled atmosphere (CA) storage on the quality of snow pea pods (*Pisum sativum* L. var. *saccharatum*). *Postharvest Biology and Technology*. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(00\)00149-6](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(00)00149-6)
- Pathak, P. D., Mandavgane, S. A., & Kulkarni, B. D. (2016). Characterizing fruit and vegetable peels as bioadsorbents. *Current Science*. <https://doi.org/10.18520/cs/v110/i11/2114-2123>
- Rammuni, M. N., Ariyadasa, T. U., Nimarshana, P. H. V., & Attalage, R. A. (2019). Comparative assessment on the extraction of carotenoids from microalgal sources: Astaxanthin from *H. pluvialis* and β -carotene from *D. salina*. *Food Chemistry*, 277, 128–134. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.10.066>
- Rosenthal, A. (1999). Food texture measurement and perception. Maryland, USA: Aspen Publishers. In *Maryland, USA: Aspen publishers*. <https://link.springer.com/book/9780834212381>.
- Rubinstein, M., Jagus, A. J. ;, Agüero, R. J. ;,

- & Victoria, M. (2013). Lavado y desinfección de espinaca (spinacia oleracea l.): evaluación de desinfectantes alternativos al hipoclorito de sodio. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 14(1), 71–79. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81327871013>.
- Sagar, N. A., Pareek, S., Sharma, S., Yahia, E. M., & Lobo, M. G. (2018). Fruit and Vegetable Waste: Bioactive Compounds, Their Extraction, and Possible Utilization. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12330>.
- Schmalko, M., Scipioni, P., Ferreyra, D., & Alzamora, S. (2003). *Efecto de la Actividad del Agua y la Temperatura en la Degradación de la Clorofila y el Color en Hojas de Yerba Mate*. <https://www.yumpu.com/es/document/read/39310883/efecto-de-la-actividad-del-agua-y-la-temperatura-en-la-degradacion->.
- Szpunar-Krok, E. (2022). Physiological Response of Pea (*Pisum sativum* L.) Plants to Foliar Application of Biostimulants. *Agronomy* 2022, Vol. 12, Page 3189, 12(12), 3189. <https://doi.org/10.3390/AGRONOMY12123189>.
- Vasiljevic, S., Djalovic, I., Miladinovic, J., Xu, N., Sui, X., Wang, Q., & Vara Prasad, P. V. (2021). Winter pea mixtures with triticale and oat for biogas and methane production in semiarid conditions of the south pannonian basin. *Agronomy*, 11(9), 1800. <https://doi.org/10.3390/AGRONOMY11091800/S1>.
- Villada-Castillo Dora Clemencia; Ochoa-Flórez Diego Enrique; Pabón-Mora Carolina. (2022). Desarrollo y evaluación sensorial de una bebida a base de mango (*Mangifera indica*) y moringa (*Oleífera*). *Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*. ISSN Impreso 1692-7125 ISSN Electrónico 2711-3035. Volumen 20 N° 2. Pp: 119 – 131.
- Xing, Y., Ma, J., Yao, Q., Chen, X., Zang, J., & Zhao, G. (2022). The Change in the Structure and Functionality of Ferritin during the Production of Pea Seed Milk. *Foods* 2022, Vol. 11, Page 557, 11(4), 557. <https://doi.org/10.3390/FOODS11040557>