

Granulometría y análisis proximal de harina de diferentes órganos de cebolla cambray

Laura Araceli López-Martínez¹

Anaid De La Peña-Gil²

Alejandra Guadalupe Morales-Espinoza¹

Gerardo Loera-Alvarado^{3,5}

Nallely Rosas-Flores⁴

María Azucena Ortega-Amaro¹

1 Universidad Autónoma de San Luis Potosí-Coordinación Académica Región Altiplano Oeste. Carretera Salinas-Santo Domingo núm. 200, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México. CP. 78600.

2 Facultad de Ciencias Químicas-Centro de Investigación y Estudios de Posgrado-Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Manuel Nava núm. 6. San Luis Potosí, México. CP. 78210.

3 Colegio de Postgraduados-Campus San Luis Potosí-Posgrado de Innovación en Manejo de Recursos Naturales. Iturbide 73, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México. CP. 78600.

4 Tecnológico de Estudios Superiores de Chicoloapan-División de Ingeniería en Desarrollo Comunitario. Camino al Monte s/n, colonia Loma de Guadalupe, Chicoloapan de Juárez, Estado de México, México. CP. 56380.

Autor para correspondencia: gerardo.loera@colpos.mx.

Resumen

El estudio se realizó durante 2023-2024, con el fin de aprovechar de manera integral la cebolla cambray (*Allium cepa* L.), debido su valor nutracéutico y funcional, además de la necesidad de generar ingredientes agroindustriales a partir de subproductos vegetales. Se elaboraron harinas de la raíz, el bulbo y el tallo/hojas, y se les realizó un análisis proximal y granulométrico. Las muestras utilizadas fueron deshidratadas a 38°C mediante convección, para posteriormente ser molidas y obtener las harinas. Se determinó la granulometría, humedad, cenizas, proteína, lípidos y carbohidratos mediante técnicas oficiales. Los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$). La raíz y tallo/hojas mostraron el menor contenido lipídico (1-4.1%) y alto contenido de fibra (30.1% y 35.2%), respectivamente, el bulbo presentó la mayor concentración de lípidos (7.5%), la raíz presentó la mayor cantidad de cenizas (11.4%). Las tres harinas mostraron un contenido de humedad menor al 7% requerido por la normativa mexicana (0.7-5.2%). Por lo que la cebolla cambray (*Allium cepa* L.) puede ser aprovechada en su totalidad mediante la elaboración de harinas con valor agregado y aplicaciones en la industria alimentaria, reduciendo la cantidad de residuos obtenidos mediante la disminución de desperdicios, así como una fuente de ingresos adicional para los productores y generación de cadenas de valor autosustentables.

Palabras clave:

aprovechamiento, caracterización fisicoquímica, harina vegetal.

Introducción

La cebolla (*Allium cepa* L.) es una de las hortalizas más importantes y ampliamente consumidas a nivel mundial por su valor culinario, propiedades nutricionales y beneficios a la salud (Bamba *et al.*, 2020). Su cultivo supera los 100 millones de toneladas por año a nivel mundial, México es el décimo productor de esta hortaliza, con un aporte de 1 800 000 t y el tercer exportador (FAO, 2025). El consumo de la cebolla se asocia a beneficios funcionales asociados con actividad antioxidante, propiedades antimicrobianas y regulación metabólica, debido a presencia de compuestos sulfurados, flavonoides, minerales y fibra (Griffiths *et al.*, 2002; Pareek *et al.*, 2018).

En México, la cebolla se clasifica con base en su etapa de madurez; cambray la cual se cosecha en estado joven, entre 45 y 60 días después del trasplante (ddt) y cebolla blanca o madura, la cual se recolecta entre 90 a 150 ddt. La cebolla cambray se caracteriza por poseer un bulbo pequeño, hojas tiernas y raíces desarrolladas. Sin embargo, su consumo se restringe casi exclusivamente al bulbo, mientras que tallos y raíces suelen considerarse como residuos, generando pérdidas y limitando el aprovechamiento integral de la planta.

En el contexto de la agroindustria moderna, la generación de grandes volúmenes de subproductos con limitado aprovechamiento y su impacto ambiental asociado hacen que la sustentabilidad y el uso integral de estos materiales sean prioritarios, por lo que esta situación representa una oportunidad estratégica para la innovación y el desarrollo de alternativas de valor agregado (Kakkar *et al.*, 2021; Siddiq *et al.*, 2013; Báez *et al.*, 2023). Por otra parte, la transformación de hortalizas en harinas deshidratadas ha cobrado relevancia por su potencial para prolongar vida de anaquel en comparación con el producto fresco (Bamba *et al.*, 2020), facilitar su incorporación en matrices alimentarias y generar ingredientes funcionales con aplicaciones en panificación y mezclas instantáneas, conservando sus propiedades nutricionales (Bedrníček *et al.*, 2020; 2020; Sagar y Pareek, 2021; Wang *et al.*, 2025).

Con base en lo anterior el objetivo de esta investigación fue comparar la composición proximal y granulometría de harinas de diferentes fracciones (bulbo, tallo/hojas y raíz) de cebolla cambray (*Allium cepa* L.) para su posible uso en la industria de alimentos.

Materiales y métodos

Materia prima

Se utilizaron cebollas cambray (*Allium cepa* L.) cosechadas en estado joven en una parcela de la localidad El Con, Salinas, San Luis Potosí, México (22.607153° N, -101.725608° O). Las muestras fueron seleccionadas por uniformidad de tamaño con un diámetro del bulbo de 20-30 mm y una longitud total (bulbo y parte aérea) de 15-20 cm, presentaron una coloración externa uniforme, con bulbos de tonalidad blanco-crema y hojas de color verde intenso, libres de daño mecánico o fitosanitario visible.

Preparación de las muestras

Se seleccionaron tres lotes de 30 cebollas cada uno, se lavaron con agua potable para eliminar residuos de suciedad y materia extraña. Posteriormente, se desinfectaron por inmersión en una solución clorada a 200 ppm de cloro, preparada a partir de hipoclorito de sodio grado alimenticio, durante 15 min. La desinfección se realizó en recipientes plásticos sanitizados de uso alimentario, manteniendo las muestras completamente sumergidas, a temperatura ambiente y bajo condiciones higiénicas controladas.

Tras la desinfección, las cebollas se enjuagaron con agua destilada para eliminar residuos de cloro y se escurrieron en bandejas de acero inoxidable antes de ser procesadas. Posteriormente fueron cortadas y se separaron los bulbos, tallos/hojas y raíces. Las fracciones previamente colocadas en charolas se sometieron a secado empleando un horno de aire forzado marca She Lab (modelo CE3F-2) a temperatura de 38 ±2 °C durante 166.5 h, hasta que el peso se mantuviera constante

durante al menos dos determinaciones consecutivas. Una vez alcanzado este punto, las muestras fueron retiradas del horno y su temperatura se estabilizó con la del ambiente. El material seco se molió en molino Hamilton Beach (modelo 80350r), obteniendo la correspondiente harina. Para cada fracción dicho procedimiento se realizó por triplicado.

Determinaciones analíticas

Se determinó la granulometría y el contenido proximal de las harinas obtenidas de bulbo, tallo/hojas y raíz de cebolla cambray, con tres repeticiones. Los resultados son expresados en base seca. La granulométrica se obtuvo colocando 100 g de cada harina en un juego de tamices, con tamaños de malla 300, 210, 177, 149, 104, 75 y 33 μm además de un recolector para partículas menores a 33 μm .

El contenido de humedad de las harinas se determinó por el método termogravimétrico mediante secado en estufa a 105 ± 2 °C, de acuerdo con el método AOAC 925.10 (AOAC, 2005). El porcentaje de humedad se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Humedad}(\%) = \frac{P2 - P3}{P2 - P1} * 100$$

Dónde: P1= es el peso de la cápsula vacía a peso constante (g); P2= es el peso de la cápsula con muestra (g); y P3= es el peso de la cápsula con muestra deshidratada (g).

La determinación de cenizas se realizó mediante incineración en mufla a 550 °C, de acuerdo con el método AOAC 923.03 (AOAC, 2005). El residuo inorgánico se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Cenizas}(\%) = \frac{P3 - P1}{P2 - P1} * 100$$

Donde: P1= es el peso del crisol vacío a peso constante (g); P2= es el peso del crisol con muestra (g); y P3= es el peso del crisol con muestra cenizas (g).

La determinación de proteína se realizó por el método Kjeldahl descrito en la norma NOM-068-S-1980 (SCFI, 1980) mediante el uso de la siguiente ecuación:

$$\text{Proteína cruda}(\%) = \frac{V_{HCl} * N_{HCl} * MeqN * Factor}{a} * 100$$

Dónde: VHCl= es el volumen de ácido clorhídrico gastado en la titulación; NHCl= es la normalidad del ácido clorhídrico; MeqN= es el peso equivalente del nitrógeno= 0.014; a= es el peso o volumen de la muestra; y Factor= es 6.25 para hortalizas.

El contenido de lípidos se cuantificó con el método Soxhlet siguiendo lo descrito en el método AOAC 920.39 (AOAC, 2005) y empleando la siguiente fórmula.

$$\text{Lípidos}(\%) = \frac{VaAP - VaP}{Hrn} * 100$$

Dónde: VaAP= es el peso del vaso de aluminio más el aceite extraído más tres perlas de borosilicato (g); VaP= es el peso del vaso de aluminio más tres perlas de borosilicato (g); y Hrn es el peso de la muestra de harina de cebolla (g).

La fibra dietética total se determinó mediante el método enzimático-gravimétrico descrito por el método AOAC 985.29 (AOAC, 2005), mediante la cual se determinó la fibra dietética soluble e insoluble de la muestra, siendo la fibra dietética total la suma de ambas fracciones. La determinación de carbohidratos presentes en las harinas se realizó basándose en lo descrito en la norma NOM-F-312-1978 (SCFI, 1978) y la siguiente ecuación.

$$ART(\%) = \frac{25000 * T}{V * P}$$

Dónde: %ART= es el porcentaje de azúcares reductores totales; T= es el título (g de azúcar invertido por 10 ml de solución Fehling A+B); V= es el volumen de muestra gastado en la titulación (ml); y P= es el peso de la muestra (g).

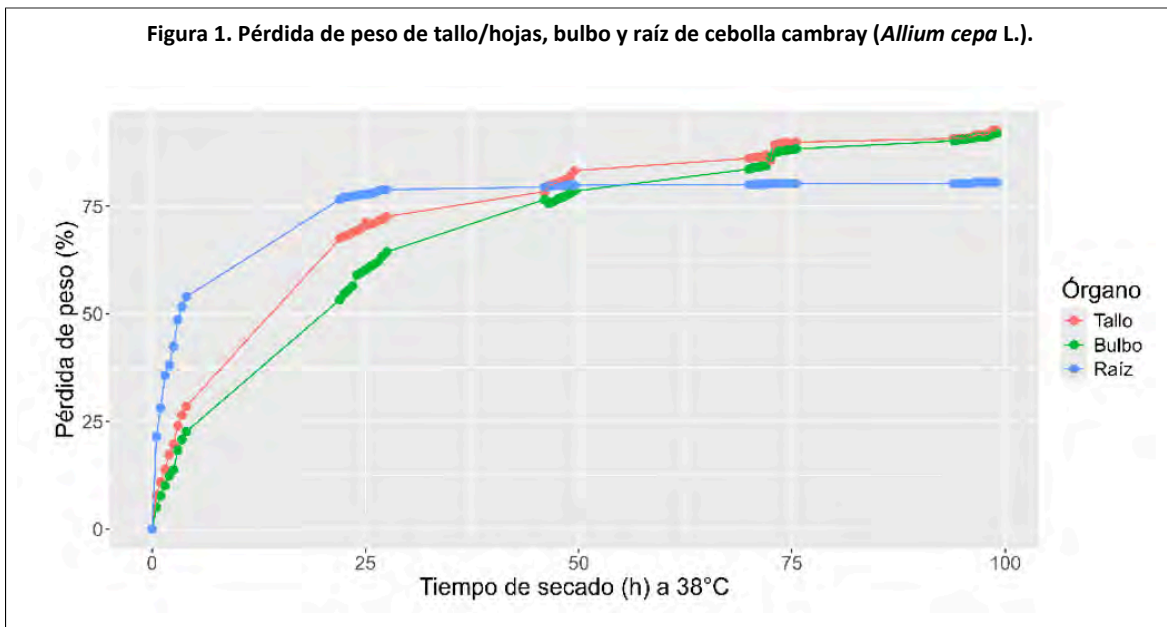
Análisis de datos

Los resultados fueron expresados como media y desviación estándar. La significancia estadística del efecto de las fracciones sobre las variables fisicoquímicas se determinó mediante el ANOVA correspondiente seguido de una comparación de medias por Tukey ($\alpha = 0.05$) (r-project® 4.4.2, bajo la interfase RStudio® 2025.09.2).

Resultados y discusión

El peso fresco y seco de las muestras de cebolla se concentró en el bulbo (57.87 \pm 3.82% y 59.03 \pm 3.6%), seguido de los tallos/hojas (40.83 \pm 3.64% y 37.81 \pm 3.25%), el resto se encontró en la raíz (1.29 \pm 0.18% y 3.16 \pm 0.41). La pérdida de peso de las muestras (Figura 1) presentó un comportamiento típico de productos vegetales, los cuáles presentan una pérdida de humedad por difusión externa, característica de materiales biológicos porosos (Fellows, 2000; Bamba *et al.*, 2020).

Figura 1. Pérdida de peso de tallo/hojas, bulbo y raíz de cebolla cambray (*Allium cepa* L.).



La mayor velocidad de pérdida de humedad se presentó en las primeras cinco horas, debido a la evaporación del agua libre, donde la raíz perdió casi el 50% de su peso inicial. Entre la hora 5 y 20, se observa una velocidad de pérdida de agua constante, este comportamiento indica una tasa de evaporación constante. Para el caso del bulbo, la pérdida de humedad fue más lenta que la observada en el tallo y la raíz, debido a que el bulbo está compuesto por tejido parenquimatoso, el cual está constituido por células grandes compactas, lo que limita el transporte de la humedad desde los tejidos internos hacia la superficie debido al menor volumen de los espacios intracelulares (Koménan *et al.*, 2020).

Adicionalmente, el alto contenido de azúcares presentes en el bulbo aumenta la presión osmótica interna, reteniendo el agua con mayor fuerza y reduciendo la difusión del vapor (Alam e Islam, 2015; Griffiths *et al.*, 2002). En contraste, los tejidos del tallo y la raíz, los cuales son más fibrosos y vascularizados, presentan mayor porosidad, lo que favorece la migración del vapor de agua,

resultando en una deshidratación más rápida. De acuerdo con Fellows (2000) los materiales con estructura porosa o fibrosa se secan con mayor rapidez que aquellos de textura compacta. La raíz presentó un acortamiento de esta etapa, ya que la cantidad de agua libre disponible para su evaporación es menor, así como su alta cantidad de fibra.

Posteriormente, entre las 20 y 80 horas se observa una velocidad de secado decreciente, esto se debe a que en este punto el agua presente en el alimento se encuentra en las capas internas, por lo cual es necesario que se lleve a cabo una difusión desde el interior al exterior para posteriormente evaporarse del alimento (Fellows, 2000). Una vez transcurridas más de 166 horas, el bulbo presentó el menor porcentaje de humedad residual, seguido del tallo/hojas y la raíz, estos resultados son coherentes con los obtenidos mediante el secado en horno, los cuales representan la pérdida de humedad acumulada donde el bulbo y tallo tuvieron pérdidas del 92-92.7%, alcanzando humedades residuales de $0.7 \pm 0.2\%$ y $3.1 \pm 0.2\%$, respectivamente; en contraste, la raíz, con menor pérdida total 80.4% y una humedad residual de $5.2 \pm 1.7\%$.

Las tres fracciones cumplen con lo señalado en la NMX-F-233-1982 (SCFI, 1978), la cual establece las especificaciones que debe cumplir la cebolla deshidratada. La norma indica que las muestras deben de contener una humedad menor al 7%, requisito con el cual tendrán una alta estabilidad durante su almacenamiento. Se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$) en el contenido de cenizas, donde la harina de raíz presentó el mayor contenido ($10.2 \pm 0.5\%$) en comparación con el bulbo ($4.9 \pm 0.4\%$) y tallo/hojas ($4.6 \pm 0.6\%$). Estos resultados pueden atribuirse a que la principal función de esta estructura es la absorción y acumulación de nutrientes del suelo, los cuales se retienen en la estructura fibrosa aun después del proceso de secado (Bello *et al.*, 2013).

El contenido de proteína cruda presentó diferencia significativa ($p < 0.05$), donde la harina del bulbo presentó el menor contenido ($15.6 \pm 0.7\%$) (Cuadro 1). El mayor contenido proteico de tallo/hojas y raíces puede atribuirse a su función metabólica, ya que estos tejidos son los responsables de la síntesis, acumulación y transporte de compuestos nitrogenados dentro de la planta.

Cuadro 1. Análisis bromatológicos de harinas de raíz, bulbo y tallo/hojas de cebolla cambray (*Allium cepa* L.).

Muestra	Proteína cruda (%)	Lípidos (%)	Azúcares reductores (%)	Fibra dietética total (%)	Carbohidratos totales (%)
Raíz	18.9 ±1b	1 ±0.3c	48.7 ±7.8a	30.1 ±0.8a	78.8 ±8.7a
Bulbo	15.6 ±0.7a	7.5 ±1.1a	54.2 ±5.7a	20.9 ±3.8b	75.1 ±9.5a
Tallo/hojas	19.6 ±0.3b	4.1 ±0.3b	40.1 ±1.6a	35.2 ±2.7a	75.3 ±4.2a

a, b, c= letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0.05$). Valores expresados como media ± desviación estándar (n= 3, base seca).

Debido a que la cebolla cambray es recolectada en etapa joven, la cantidad de compuestos nitrogenados es elevada, conforme el proceso de maduración de la cebolla avanza, la cantidad de compuestos proteicos disminuye ya que son transportados hacia el bulbo. Por otra parte, el bulbo en esta etapa de crecimiento presenta una menor concentración de compuestos nitrogenados ya que su principal función es la de almacenamiento de reservas energéticas (Jaime *et al.*, 2002; Brewster, 2008; Bello *et al.*, 2013).

Se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$) en el contenido de lípidos, donde destaca la harina del bulbo con un mayor porcentaje ($7.5 \pm 1.1\%$) (Cuadro 1), esto se atribuye a que actúa como órgano de almacenamiento y su estructura favorece la retención de lípidos intracelulares incluso después del secado (Fennema *et al.*, 2019). Estos valores coinciden con lo reportado por Borrego (1989); Montes y Holle (1970), para cebolla deshidratada, quienes señalan concentraciones de grasa entre 1.3% y 7.8%, y son comparables con los resultados reportados por Everardo Zamora (2016), quien observó una menor concentración de lípidos en tallos comparado con el bulbo, lo que es característico de las hortalizas (Badui Dergal, 2006).

Los resultados obtenidos muestran que el contenido de lípidos depende de la estructura y función del tejido vegetal, así como el grado de madurez de la cebolla cambray. Desde el punto de vista

funcional, el bajo contenido de grasa en tallo y raíz representa una ventaja para prolongar la estabilidad oxidativa de las harinas durante el almacenamiento y por lo tanto su vida de anaquel (Labuza y Tannenbaum, 1972).

El contenido de carbohidratos totales no presentó diferencia significativa ($p > 0.05$), con un valor promedio de 76.4%, con un comportamiento similar en el contenido de azúcares reductores (47.7%) (Cuadro 1). El bulbo presentó 54.2 \pm 5.7% de azúcares reductores, debido a su papel como principal órgano de reserva de carbohidratos solubles, los cuales sustentan los procesos metabólicos ocurridos durante el desarrollo y el almacenamiento postcosecha (Bello *et al.*, 2013).

En contraste, en el contenido de fibra dietética se encontró diferencia estadística ($p < 0.05$) donde la harina del bulbo presentó el menor contenido (20.9 \pm 3.8%) (Cuadro 1). Esto se debe a la menor proporción de tejidos estructurales en el bulbo, frente a la composición más fibrosa de las fracciones foliares y radicales. Los valores reportados por Ros Berruezo *et al.* (2010) muestran un contenido de fibra alimentaria de 17.2%, valor comparable al obtenido para el bulbo en este estudio, predominando los carbohidratos simples (Brewster, 2008). Por otra parte, Bello *et al.* (2013), señalan que las hojas y raíces acumulan una mayor cantidad de carbohidratos estructurales no digeribles.

Los resultados obtenidos mostraron que las diferencias funcionales y estructurales de los tejidos tiene un impacto sobre la proporción de azúcares y fibra presentes, el bulbo se distingue por su alta concentración de compuestos energéticos, en contraste con el tallo/hojas y raíz los cuales son fuentes ricas en fibra dietética, comportamiento característico de cebollas en estado joven (Brewster, 2008).

Se encontró una distribución partículas heterogénea, mostrando mayor proporción de partículas menores a 33 micras (Cuadro 2). Esta distribución las clasifica como harinas con tamaño de partícula media. De manera particular, la raíz presentó la mayor retención en malla 300 μ m (17.5%), mientras que el bulbo y el tallo presentaron la mayor cantidad de materia retenida con tamaño \leq 104 μ m, con un 72.5% y 80.3%, respectivamente.

Cuadro 2. Distribución granulométrica de harinas de cebolla cambray.

Tamaño de malla (μ m)	Retención (%)		
	Raíz	Bulbo	Tallo/hojas
300	17.5	9.9	4.6
210	2.5	0.5	1.2
177	12.1	10	8.2
149	12.5	7.1	5.7
104	14.5	17.4	18.1
75	2.3	10.3	15.4
33	5.5	16.2	19.7
Recolector (<33 μ m)	33.1	28.6	27.1
Total (%)	100	100	100

Con base en las especificaciones granulométricas descritas en la norma NMX-F-233-1982, las harinas obtenidas de pueden clasificar como productos con tamaño de partícula intermedio entre Tipo I y II, ya que en la harina tipo I (polvo) el 95% del producto debe de pasar a través de la malla 250 y la harina tipo II (granulado) debe de ser retenida mayoritariamente en la malla 250. La tendencia actual global, así como en la industria alimentaria mediante la agroindustria aprovechar y revalorizar subproductos vegetales, por su aporte de compuestos bioactivos y fibra.

En este contexto, las harinas de cebolla cambray se posicionan como una alternativa competitiva y viable, debido a que presentan un alto contenido de proteínas, fibra y azúcares, y promueven la sustentabilidad al aprovechar integralmente bulbo, tallo y raíz. Estudios previos han demostrado que la inclusión de harina de piel de cebolla en diversos productos mejora la capacidad antioxidante

y el perfil nutracéutico, así como la capacidad de retención de agua en productos de panificación (Gawlik-Dziki *et al.*, 2013).

El aprovechamiento integral de esta hortaliza representa, además, una estrategia que minimiza desperdicios y genera ingredientes de valor agregado. Su aplicación potencial incluye productos de panificación, aditivo para sopas instantáneas y botanas saludables, sazónadores en polvo o mezclas sólidas autodispersables satisfaciendo la creciente demanda de alimentos funcionales (Siddiq *et al.*, 2013; Balakrishnaraja *et al.*, 2021).

Conclusiones

El presente estudio demuestra que la cebolla cambray (*Allium cepa* L.) en estado joven puede aprovecharse de manera integral mediante su transformación en harinas de bulbo, tallo y raíz. Las harinas obtenidas presentaron un bajo contenido de humedad, lo cual garantiza la estabilidad microbiológica y oxidativa, un alto contenido proteico principalmente en tallo/hojas y raíces (19.6-18.9%), alta concentración de azúcares en el bulbo (54.2%) relacionada directamente a propiedades funcionales deseables.

Alto contenido de fibra en tallo y raíz (35.2% y 30.1%, respectivamente), así como un alto contenido mineral en la raíz (10.2% de cenizas). Estos atributos permiten clasificar la harina de cebolla cambray como un ingrediente funcional viable para la adición o formulación de alimentos. Desde la perspectiva agroindustrial, el aprovechamiento integral de esta hortaliza contribuye a la reducción de pérdidas postcosecha, diversificación de productos y fortalecimiento de cadenas de valor autosustentables.

Bibliografía

- 1 Alam, M. M. and Islam, M. N. 2015. Study on water sorption isotherm of summer onion. Bangladesh. Journal of Agricultural Research. 40(1):35-51.
- 2 AOAC. 2005. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. method 923.03: ash of flour. AOAC International. 18^a Ed. Gaithersburg, Maryland, USA. Ch 32. 2 p.
- 3 AOAC. 2005. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. Method 925.10: solids (total) and moisture in flour. AOAC International. 18^a Ed. Gaithersburg, Maryland, USA. Ch. 32. 1 p.
- 4 AOAC. 2005. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. Method 920.39: fat (crude) in food. AOAC International. 18^a Ed. Gaithersburg, Maryland, USA. Ch. 4. 5 p.
- 5 AOAC. 2005. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. Method 985.29: Total Dietary Fiber in Foods. AOAC International. 18^a Ed. Gaithersburg, Maryland, USA. Ch. 45. 4 p.
- 6 Badui-Dergal, S. 2006. Química de los alimentos. 4^a Ed. Pearson Education. México. 738 p.
- 7 Baéz, J.; Marra, G.; Olt, V.; Fernández-Fernández, A. M. and Medrano, A. 2023. Potential of onion byproducts as a sustainable source of dietary fiber and antioxidant compounds for its application as a functional ingredient. Biology and Life Sciences Forum. 26(1):67-72. <https://doi.org/10.3390/Foods2023-15046>.
- 8 Balakrishnaraja, R.; Swetha, V.; Srivigneswar, S.; Sakthi-Priyaa, S. S. and Gowrishanka, L. 2021. Formulation and development of functionally enriched onion (*Allium cepa*) bread. Materials Today: Proceedings. 47(1):1835-1841. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.03.249>.
- 9 Bamba, B. B. S.; Komenan, A. C. A.; Kouassi, K. K. P. and Soro, D. 2020. Effects of onion bulb processing conditions on drying characteristics, physicochemical and functional properties

- profile of onion (*Allium cepa* L.) powder. Journal of Food Science. 85(10):3346-3354. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15415>.
- 10 Bedrníček, J.; Jirotková, D.; Kadlec, J.; Laknerová, I.; Vrchotová, N.; T#íska, J.; Samková, E. and Smetana, P. 2020. Thermal stability and bioavailability of bioactive compounds after baking of bread enriched with different onion by-products. Food Chemistry. 319(1):1-9. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126562>.
 - 11 Bello, M.; Olabanji, I. O. and Abdul-Hammed, M. 2013. Characterization of domestic onion wastes and bulb (*Allium cepa* L.): Fatty acids and metal contents. International Food Research Journal. 20(5):2153-2158.
 - 12 Brewster, J. L. 2008. Onions and other vegetable alliums. 2nd Ed. Cab International. UK. 411 p.
 - 13 Borrego, J. V. M. 1989. Horticultura herbácea especial. Mundi-Prensa. España. 704 p.
 - 14 Everardo-Zamora, P. 2016. El cultivo de la cebolla. Serie guías producción de hortalizas. 15(1):1-7.
 - 15 FAO. 2025. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/es/#data>.
 - 16 Fellows, P. J. 2000. Physical properties of foods and food processing systems. 2nd Ed. Woodhead Publishing Limited y CRC Press LLC. Washington, DC. 467 p.
 - 17 Fennema, O. R.; Parkin, K. L. y Damodaran, S. 2019. Química de los alimentos. 4ª Ed. Acribia. Zaragoza, España. 1249 p.
 - 18 Gawlik-Dziki, U.; #wieca, M.; Dziki, D.; Baraniak, B.; Tomi#o, J. and Czyz, J. 2013. Quality and antioxidant properties of breads enriched with dry onion (*Allium cepa* L.) skin. Food Chemistry. 138(2-3):1621-1628. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.09.151>.
 - 19 Griffiths, G.; Trueman, L.; Crowther, T.; Thomas, B. and Smith, B. 2002. Onions - A global benefit to health. Phytotherapy Research. 16(7):603-615. <https://doi.org/10.1002/ptr.1222>.
 - 20 Jaime, L.; Mollá, E.; Fernández, A.; Martín-Cabrejas, M. A.; López-Andréu, F. J. and Esteban, R. M. 2002. Structural carbohydrate differences and potential source of dietary fiber of onion (*Allium cepa* L.) tissues. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 50(1):122-128. <http://doi.org/10.1021/jf010797t>.
 - 21 Kakkar, S.; Tandon, R. and Tandon, N. 2021. Utilizing fruits and vegetables waste as functional food: a review. Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology. 22(17):41-58.
 - 22 Koménan A. C. A.; Bamba, B. S. B.; N'gouin, J. A.; Akre M. S. H. and Soro Y. R. 2020. Effects of drying methods and onion bulb variety on physicochemical and functional properties of onion powder. Asian Food Science Journal. 19(4):42-54.
 - 23 Labuza, T. P. and Tannenbaum, S. R. 1972. Nutrient losses during drying and storage of dehydrated foods. CRC Critical Reviews in Food Technology. 3(2):217-240.
 - 24 Montes, A. y Holle, M. 1970. Descripción de algunos cultivos olerícolas. Universidad Nacional Agraria-La Molina. 101 p.
 - 25 Pareek, S.; Sagar, N. A.; Sharma, S. and Kumar, V. 2018. Onion (*Allium cepa* L.). Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry and Human Health. Yahia, E. M Ed. 2nd. ed. John Wiley & Sons Ltd. Kundli, Sonapat, Haryana, India. 1145-1161. pp.
 - 26 Ros-Berruazo, G. F.; Periago-Gastón, M. J.; y Pérez-Conesa, D. 2010. Legumbres, verduras y productos hortícolas. Tratado de nutrición. 2(1):139-166.
 - 27 Sagar, N. A. and Pareek, A. 2021. Fortification of multigrain flour with onion skin powder as a natural preservative: Effect on quality and shelf life of the bread. Food Bioscience. 41(1):1-9. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.100992>.

- 28 SCFI. 1978. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial NMX-F-312-1978. Alimentos. Determinación de azúcares reductores por el método volumétrico de Lane-Eynon. México.
- 29 SCFI. 1980. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. NOM-068-S-1980. Alimentos. Determinación de proteínas. México.
- 30 Siddiq, M.; Roidoung, S.; Sogi, D. S. and Dolan, K. D. 2013. Total phenolics, antioxidant properties and quality of fresh-cut onions (*Allium cepa* L.) treated with mild-heat. Food Chemistry. 136(2):803-806.
- 31 Wang, C.; Wang, Y.; Wang, N. and Ren, J. 2025. Influence of Onion Peel Extract on the Dough Characteristics of High-Gluten Wheat Flour and the Quality of Bread. Foods. 14(9):16-18. <https://doi.org/10.3390/foods14091618>.



Granulometría y análisis proximal de harina de diferentes órganos de cebolla cambray

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
ISSN (electronic): 2007-9934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 01 January 2026
Date accepted: 01 March 2026
Publication date: 01 May 2026
Publication date: May-Jun 2026
Volume: 17
Issue: 3
Electronic Location Identifier: e4073
DOI: 10.29312/remexca.v17i3.4073

Categories

Subject: Artículo

Palabras clave:

Palabras clave:

aprovechamiento
caracterización fisicoquímica
harina vegetal

Counts

Figures: 1
Tables: 2
Equations: 5
References: 31