



Análisis del Contenido Proteína y Cenizas de Productos Comerciales de *Moringa Oleifera* Lam

Carrión-Delgado, J.M.¹, Valdés- Rodríguez, O.A.²✉

Datos de Adscripción:

¹ Tecnológico Nacional de México/ITS de Xalapa Campus Xalapa, División de ingeniería industrial, Sección 5A Reserva Territorial S/N, Santa Bárbara, 91096 Col. Santa Bárbara, Xalapa, Veracruz, México.

² El Colegio de Veracruz; Carrillo Puerto 26, Zona Centro, Centro, 91000 Xalapa-Enríquez, Veracruz, México.

✉ dra.valdes.colver@gmail.com

Resumen - El objetivo de la investigación fue examinar el contenido de proteína y cenizas de productos comerciales de hojas de *Moringa (Moringa oleifera* Lam.) de cinco estados de México y determinar si existen diferencias estadísticas entre ellas. El alcance de la investigación incluyó el análisis del contenido proteína y ceniza de productos comerciales de hojas de *Moringa* provenientes de cinco estados de México, con el fin de determinar si existen diferencias significativas entre ellos. Se llevó a cabo un estudio comparativo del contenido de proteína y cenizas de los productos, considerando factores como la concentración de proteínas en las hojas de *Moringa*. El material se obtuvo de establecimientos del mercado local, observando que fuesen de diferente procedencia y marca. Se empleó el método Kjeldahl para analizar las proteínas y el método de calcinación para evaluar la cantidad de ceniza. Se encontraron diferencias significativas entre las muestras analizadas, tanto entre diferentes presentaciones como entre muestras de productos similares, como las hojas secas. Destaca la presentación de un producto en cápsulas proveniente del sur de Veracruz con un nivel de proteína por encima del 32%, mientras que los demás se encuentran entre el 29% y el 20%. Por otro lado, la cantidad de cenizas encontrada en la presentación en hojas enteras fue en promedio del 9.02%, mientras que las presentaciones en cápsulas y en polvo, que tienen un procesamiento más extenso, presentaron un promedio de más del 10% de cenizas.

Palabras Clave - Agroclimatología, método de calcinación, método Kjeldahl, nutrientes, tratamiento térmico.

Abstract - The research aimed to examine the protein and ash content of commercial *Moringa oleifera* Lam. leaf products of five states of Mexico and to determine if there are statistically significant differences among them. The scope included analyzing the protein and ash content of these products to identify any significant variations. A comparative study was conducted on the protein and ash content, considering factors such as the protein concentration in *Moringa* leaves. The sample were obtained from local market establishments, representing different origins and brands. The Kjeldahl method was used for protein analysis, while the calcination method was employed to evaluate ash content. Significant differences were found

between the analyzed samples, both among different products presentations and between similar products, such as dried leaves. Notably, the capsule presentation from southern Veracruz exhibited a protein level exceeding 32%, while the others ranged between 20% and 29%. In terms of ash content, the whole leaf presentation had an average of 9.02%, whereas the more processed capsule and powder presentation averaged over 10% ash.

Keywords - Agroclimatology, calcination method, Kjeldahl method, nutrients, heat treatment.

I. INTRODUCCIÓN

La especie *Moringa oleifera* (*Moringa*) es un árbol exótico proveniente de Asia. Actualmente se encuentra distribuida en la mayor parte de las zonas tropicales y subtropicales del mundo, en su mayoría en regiones poco desarrolladas (Arias Sabín, 2014). Se distinguen más de 13 especies del género *Moringa*; sin embargo, la más popular es la especie *Moringa oleifera* Lam. que se distribuye desde África, Madagascar, Este de Asia hasta el subcontinente indio (Olson, 2010) y en distintas regiones del continente americano. Se caracteriza por ser una plántula de rápido crecimiento que puede alcanzar hasta 12 m de altura. Una cualidad destacada de *Moringa* es su resistencia a la sequía y su potencial agronómico para ser cultivada en áreas áridas y semiáridas (Sánchez et al., 2013). Se desarrolla óptimamente a altitudes inferiores a los 500 metros sobre el nivel del mar y por debajo de los 1,500 metros. Requiere al menos 250 mm de precipitación anual (Carrión-Delgado et al., 2022). Según algunos autores (Carrión-Delgado et al., 2021; Valdés-Rodríguez et al., 2018), prospera mejor en suelos con un pH entre 4.5 y 8.0 y se obtiene una mayor productividad en suelos ligeramente ácidos y de textura arcillo-arenosa, ya que los suelos mal drenados pueden perjudicar su crecimiento. Este árbol es conocido por varios nombres, como árbol de la vida, árbol generoso y árbol milagroso (Bonal Ruíz et al., 2012), debido a las numerosas propiedades que se le atribuyen (Asensi et al., 2017; Gopalakrishnan et al., 2016; Guzmán-Maldonado et al., 2015; Sánchez-Peña et al., 2013). El árbol de *Moringa* ha sido utilizado en el sur de Asia como alimento y medicina tradicional (Olson & Alvarado-Cárdenas, 2016). El auge en el consumo de la planta se basa en la atribución popular sobre sus propiedades alimentarias y beneficios para la salud; al respecto, Olson & Fahey (2011) señalan la importancia de distinguir entre los usos respaldados por el conocimiento científico y aquellos que no lo están. En los últimos años, las investigaciones científicas han experimentado un aumento significativo, motivado en gran medida por los descubrimientos en laboratorio que han revelado el alto contenido nutricional; de esta manera, se ha comprobado



que todas las partes de la planta son comestibles, desde las hojas hasta la raíz, y son una excelente fuente de proteínas, vitaminas y minerales como vitamina A, B, C, calcio, cobre, cromo, hierro, magnesio, manganeso, fósforo, proteínas y zinc. También destacan que Moringa contiene todos los aminoácidos esenciales, convirtiéndola en un alimento muy completo (Sánchez et al., 2013; Velázquez-Zavala et al., 2016).

En México el cultivo a escala comercial de Moringa es una actividad muy reciente, aunque su cultivo experimental se inició desde 2012 (Valdés-Rodríguez et al., 2014). De acuerdo con Carrión-Delgado et al. (2021), destacan cuatro entidades federativas en la producción de Moringa: Michoacán, Oaxaca, Puebla y Quintana Roo.

Los estudios realizados sobre Moringa se han enfocado principalmente en su aspecto agronómico y socioeconómico (Mota-Fernández et al., 2019; Salas-Martínez & Valdés-Rodríguez, 2018; Valdés-Rodríguez et al., 2014). Sin embargo, con relación a la investigación bromatológica, específicamente sobre los componentes alimenticios de la Moringa, hay escasos antecedentes en la entidad veracruzana. Un ejemplo de este tipo de estudio es el realizado por Vázquez-León et al. (2017), quienes analizaron el contenido de ácido gálico, fenólicos totales, carotenoides totales y ácido ascórbico en las hojas de Moringa, considerando factores climáticos, edad del árbol y parámetros del suelo. Otro ejemplo es el estudio de Ruiz-Hernández et al. (2021), en el cual se examinó el contenido de proteínas y cenizas en hojas de un cultivar de Moringa.

Son diversos los factores que influyen en el contenido nutricional de Moringa, (Del Toro et al., 2011). Por ejemplo, Segarra Lluísupa (2018), menciona que la distancia a la cual son sembradas las plantas influye en la producción de biomasa en follaje, ya que sus resultados muestran que la distancia de 1.0 x 1.0 metros entre cada planta parece ser una distancia óptima en comparación con distancias de 0.5 x 0.5 y 1.0 x 0.5 metros.

El método de cultivo (orgánico o químico) es otro aspecto que se debe considerar, ya que, en función de la fertilidad del suelo, el contenido de vitaminas, minerales y fibra se incrementa (Del Toro et al., 2011). Según Méndez et al. (2018), la edad de las ramas, medida en días después del rebrote, resulta ser un factor relevante tanto en temporadas de lluvias abundantes como escasas. Además, descubrieron que las proteínas, un componente importante de Moringa en cuanto a proteína bruta, disminuyen con la edad de las ramas, presentando diferencias significativas entre todas las edades. Los valores más altos se encontraron en las ramas de 60 días de rebrote. Por lo tanto, concluyen que a medida que la planta madura, su calidad nutricional disminuye. Sobre el tamaño de los árboles de Moringa en relación con el contenido nutricional de sus hojas, Guzmán-Maldonado et al. (2015) en Guanajuato, México, encontraron que el contenido de proteína de las hojas de los árboles de 100 cm fue mayor (24.7%) que el de los árboles de 25 cm (21.1%) y 250 cm (22.3%), y menor al de la muestra comercial de Oaxaca (29.3%), por lo que hacen referencia a las implicaciones que tiene la falta de uniformidad al preparar las mezclas comerciales. No obstante, se desconoce la calidad bromatológica de muchos productos comerciales. Ya que las investigaciones encontradas analizaron muestras de cultivares, pero no se encontraron estudios sobre contenido de proteínas y cenizas en productos

comerciales derivados de Moringa (Cerdas-Ramírez, 2017; Ruiz-Hernández et al., 2021).

En el contexto mencionado anteriormente, donde se analiza el contenido nutricional de las hojas secas de este árbol, es crucial profundizar en el conocimiento en este campo. Esto se debe a la creciente importancia que varios sectores de la sociedad están dando al valor nutricional, la producción y el consumo de productos de manera sostenible. El interés en la Moringa como un recurso para mejorar la salud humana y como fuente de nutrientes está en constante aumento.

En el estado de Veracruz, ha comenzado a surgir el aprovechamiento comercial de la planta de Moringa. Dado el potencial para la expansión de su cultivo, resulta relevante llevar a cabo un estudio que permita evaluar y comparar el contenido nutricional de las hojas de Moringa provenientes de distintas regiones de México. En este sentido, el objetivo de la investigación fue analizar el contenido de proteína y cenizas de productos comerciales elaborados a partir de hojas de *Moringa oleifera* Lam. provenientes de cinco estados mexicanos y adquiridos en el mercado local de Xalapa, Veracruz, con el propósito de identificar posibles variaciones entre ellos.

II. PARTE TÉCNICA DEL ARTÍCULO

Durante el periodo comprendido entre octubre de 2022 y septiembre de 2023, se llevó a cabo el estudio experimental con el fin de analizar el contenido de proteínas y cenizas en diversos productos comerciales de Moringa, tales como hojas secas, polvo y cápsulas. La omisión del nombre de las marcas comerciales se realizó con el propósito de mantener la neutralidad y objetividad del estudio. El enfoque principal se centra en los resultados y conclusiones obtenidos a través del análisis de los productos. Se hace referencia de forma genérica a los productos analizados utilizando el nombre de la entidad federativa de origen y un código de identificación (ID). Para el estudio experimental se seleccionaron productos comerciales de Moringa, tanto locales como foráneos. Estos fueron rastreados en tiendas naturistas de Xalapa, Veracruz, y posteriormente se verificó su origen a través de búsquedas en Internet. Finalmente, los productos fueron adquiridos con los distribuidores locales en tiendas naturistas y transportados al laboratorio para su análisis. Se analizaron un total de diez productos comerciales provenientes de cinco entidades federativas: Chihuahua, Estado de México, Nuevo León, Puebla y Veracruz. Para determinar el contenido de proteínas y cenizas en cada producto, se utilizó una muestra de 300g de cada presentación. La Tabla 1 muestra las presentaciones comerciales que fueron analizadas, así como su lugar de procedencia. Como se observa algunas entidades contribuyeron con más de una presentación, como es el caso de Nuevo León que presentó dos tipos diferentes: polvo y cápsulas, de cuatro marcas comerciales distintas. Por otro lado, Veracruz presentó dos tipos diferentes: hojas y cápsulas, de tres marcas comerciales diferentes. Mientras tanto, Chihuahua una sola marca comercial de hojas, el Estado de México una sola marca comercial de polvo y Puebla una sola marca comercial de cápsulas.



Tabla 1.
Muestras analizadas de productos comerciales de Moringa por tipo de presentación y entidad federativa de procedencia.

ID Producto	Presentación	Gramaje por ID	Entidad de procedencia
1	Hojas	300	Chihuahua
2	Polvo	300	Estado de México
3	Polvo	300	Nuevo León
4	Polvo	300	Nuevo León
5	Cápsulas	300	Puebla
6	Cápsulas	300	
7	Cápsulas	300	
8	Cápsulas	300	Veracruz
9	Cápsulas	300	Veracruz
10	Hojas	300	
Total	10		

2.1. Contenido de proteínas y cenizas

En la determinación del contenido de proteínas se siguió el método Kjeldahl, tal como lo describe Nielsen (2017). Este método, es utilizado en la industria alimentaria y agroalimentaria para calcular el contenido proteico de los alimentos a partir del análisis del nitrógeno presente en la muestra. Para la determinación del contenido de proteína se utilizó el siguiente material y equipo: matraz de digestión para micro - kjeldahl, pipeta de volumen 3.0 ml, Erlenmeyer de 125.0 ml, probeta de 10.0 ml, Beaker de 100 ml, aparato de destilación para micro - kjeldahl, bureta de 50.0 ml, goteros, pizeta, balanza analítica, espátula y aparato digestor para micro - kjeldahl.

El procedimiento para el tratamiento de la muestra constó de varios pasos, que incluyeron la digestión de la muestra con ácido sulfúrico concentrado y un catalizador, la neutralización con hidróxido de sodio, la destilación para separar el amoníaco y la titulación para determinar la cantidad de nitrógeno presente en la muestra (Amaya, 2019). Lo anterior implicó la ebullición de la muestra en ácido sulfúrico concentrado, lo que condujo a la destrucción oxidativa de la materia orgánica y a la reducción del nitrógeno orgánico a amoníaco, que luego se retuvo como bisulfato de amonio y se pudo determinar en laboratorio (Romero, 1997).

En la determinación de las cenizas, se empleó el método de calcinación, propuesto por Park & Bell (2002), para cenizas en seco. Durante el experimento, se utilizó un crisol de porcelana que fue previamente limpiado y calcinado para eliminar impurezas, pinzas de laboratorio, un horno de mufla o mufla eléctrica, guantes de seguridad, un hornillo o quemador Bunsen, un desecador y una cantidad de 300g de Moringa. Para llevar a cabo el proceso de calcinación, se procedió a quemar la muestra con el fin de eliminar toda la materia orgánica y conservar únicamente las cenizas inorgánicas, que contienen los minerales y elementos presentes en la muestra. En la preparación de la muestra, se procedió a pesar un crisol previamente limpio y calcinado en una balanza analítica para determinar su peso exacto. Luego, se tomó una muestra representativa por procedencia, de Moringa, de 300 gramos, utilizando una espátula para manipularla. La muestra completa fue posteriormente pesada en la balanza analítica y se registró su peso. Durante este proceso, se llevó a cabo la incineración de la muestra con el objetivo de eliminar por completo la materia orgánica y conservar únicamente las cenizas inorgánicas, que contienen los minerales

y elementos presentes en la muestra. Se realizó este procedimiento para cada una de las diferentes presentaciones. Determinar el contenido de cenizas fue crucial por diversas razones, como parte del análisis nutricional y como paso inicial para un análisis elemental específico de alimentos. Dado que algunos alimentos son ricos en minerales particulares, por lo que conocer el contenido de cenizas resulta relevante (Marshall, 2010).

Una vez realizado el análisis de cada uno de los datos, estos fueron tabulados y comparados entre sí para evaluar el aporte de los productos comerciales de hojas de Moringa. Los resultados se expresan en unidades de porcentaje (gramos por cada 300g) de muestra consumida.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Contenido de proteínas

La Tabla 2 muestra el resultado del análisis del contenido de proteína expresado en porcentaje. Sobresale la muestra del producto en cápsulas procedente del Sur de la entidad veracruzana (ID7), con un contenido de proteína superior al 32%; mientras que el resto se ubica entre 29% y 20%; la muestra identificada con el número ID7 posee el valor más bajo, ubicándose apenas por encima del 15%. El promedio de todas las muestras es de $25.00 \pm 4.99\%$ y el rango de 15.86, lo cual refleja diferencias entre el valor más bajo y el más alto de más del 15%. Este promedio total es diferente al reportado por Reyes Camargo & Traeger Romero (2023) que encontraron 33.84%, mientras que Moyo et al. (2011) reportaron 30.29% y Peñalver et al. (2022) 25.30%, que corresponden a un porcentaje superior de 9.14%, 5.59% y 0.60%.

Tabla 2.
Resultado del análisis de muestras de hojas de Moringa de diferentes presentaciones y procedencias

ID Producto	Presentación	Entidad de procedencia	Proteína (%)	Promedio (%)
3	Polvo	Nuevo León	23.25	22.50
2	Polvo	Estado de México	20.38	
4	Polvo	Nuevo León	23.92	26.35
5	Cápsulas	Nuevo León	30.89	
6	Cápsulas	Nuevo León	28.68	
9	Cápsulas	Sur Veracruz	32.43	25.33
8	Cápsulas	Veracruz	24.22	
7	Cápsulas	Puebla	15.57	
10	Hojas	Centro de Veracruz	23.75	24.70
1	Hojas	Chihuahua	26.91	
Promedio total				

Por otro lado, con respecto a la proteína contenida en productos comerciales según su lugar de origen, en la Figura 1A se destacan las marcas (ID3, ID4) de Nuevo León en la presentación de polvo de Moringa, debido a su alto contenido de proteína. En tanto, en la Figura 1B, en la categoría de cápsulas, la región con mayor porcentaje de proteína fue el Sur de Veracruz (ID9), seguida de Nuevo León (ID6). Por último, en la categoría de hojas, el mayor valor proteico lo obtuvo Chihuahua (ID1).

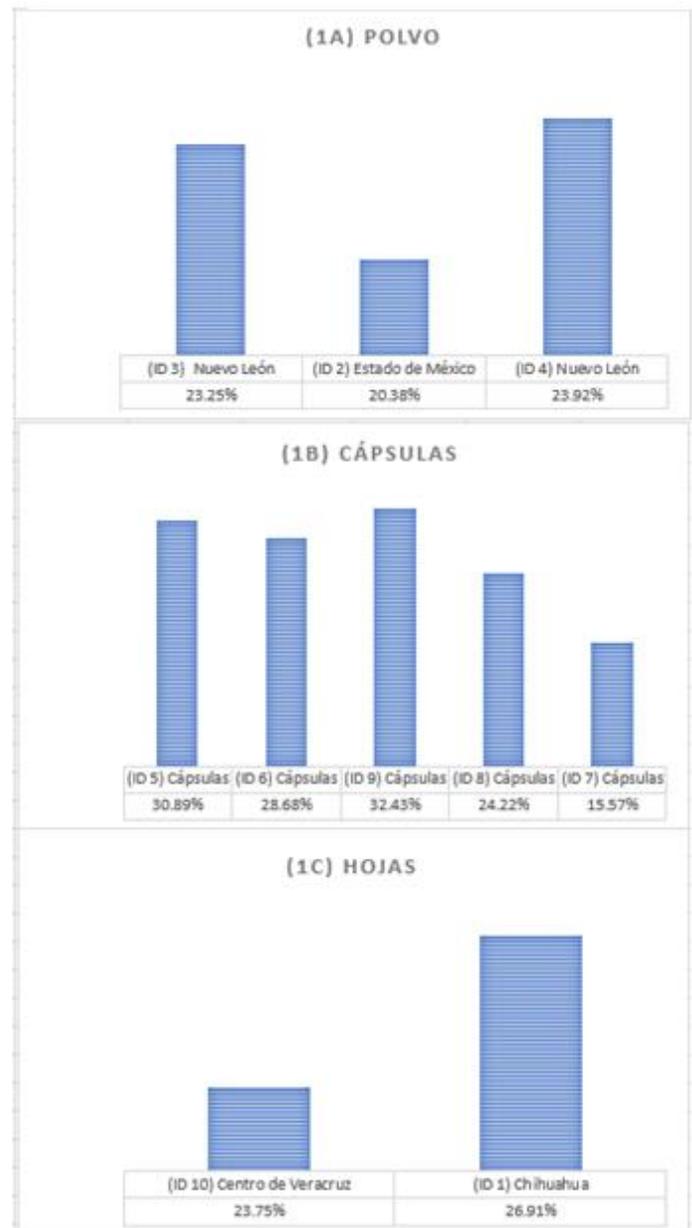


En la Figura 1C se muestran los valores de proteínas obtenidos a partir de la hoja de Moringa, los cuales promedian un 25.3%. Estos valores son ligeramente superiores a los reportados por Lezama et al. (2017) en su análisis de tres presentaciones de hojas deshidratadas de Moringa, provenientes de dos municipios de Veracruz (Tierra Blanca y Tepaxtlaco) y una marca comercial, los cuales mostraron porcentajes de 23.62%, 1.75% y 8.31%, respectivamente.

En alusión a las marcas comerciales, Amabye (2016) encontró valores de proteína cruda entre 10.74% a 11.48%, para diferentes muestras de marcas comerciales en un mercado de la ciudad de Makelle ubicada al norte de la capital de Etiopía. En países de la misma región del continente africano, como el Sudán, bajo condiciones semiáridas, el contenido de proteína fue de apenas 8.1%, mientras que, en Chad, Mbailao et al. (2013) reportaron que las hojas de Moringa son una rica fuente de proteínas, por tener un promedio de 31.5%. Algunos estudios que consideraron, al igual que en el presente, muestras de diferentes procedencias, sugieren que el factor que más influye en el contenido de nutrientes, entre ellos las proteínas, es la calidad del suelo, aunado a algunas otras condiciones ambientales (Liyanage et al., 2014). A su vez, Asante et al. (2014) compararon cultivos en dos regiones con características agroecológicas bien definidas, por un lado la sabana en el país de Guinea, y por otro las zonas de bosques semi caducifolios de Ghana, cuyos resultados no mostraron diferencias significativas en los niveles de proteína cruda y carbohidratos de las hojas de Moringa de las dos zonas ecológicas, y por lo tanto concluyeron que la zonificación agroecológica no tuvo un efecto significativo en los niveles de la mayoría de nutrientes en las hojas, sin embargo tampoco se muestran evidencias claras del análisis de suelo que permitan apoyar o rechazar lo mencionado respecto a la influencia de la mayoría de nutrientes en las hojas de Moringa, como lo mencionan otros autores (Alfaro, 2008; Liyanage et al., 2014; Márquez-Hernández et al., 2017). En este sentido, la falta de uniformidad en el contenido de proteína de las hojas de Moringa, ya sea por presentación o lugar de origen, puede estar influenciada por diferentes factores, como, por ejemplo, si provienen de diferentes zonas o regiones. Con una variación tan alta, es probable que las mezclas de hojas de Moringa de diferentes orígenes presenten poca uniformidad en su composición. Por lo tanto, es importante tener precaución al promover mezclas de hojas de Moringa como productos de alto valor nutracéutico (Guzmán-Maldonado & Díaz Fuentes, 2017). Mientras que otros factores podrían estar relacionados con las características ambientales (Lamidi et al., 2017; Márquez Hernández et al., 2017). En este sentido, Velázquez-Zavala et al. (2016) también consideraron que existen factores que influyen en el contenido bromatológico de las hojas, como la densidad de siembra, el periodo de establecimiento, la frecuencia de corte, el método de secado, la variedad genética, la fertilidad y el tipo de suelo, así como por las variaciones ambientales y el manejo agronómico. Aquí también es importante señalar, con respecto al método de deshidratado, que según Ayegba et al. (2017), la temperatura a la que se someten las hojas de Moringa durante el proceso de deshidratado previo a su preparación puede afectar la cantidad y calidad de los nutrientes presentes en las hojas. Por ejemplo, en un estudio sobre la influencia de la temperatura y el método de secado, se utilizaron distintos enfoques, como el secado al horno (a 60 °C y a 105 °C) y el secado al sol (a temperatura ambiente a la sombra, con una temperatura promedio de 30 °C, y secado al sol con temperaturas variables).

Los resultados revelaron que el contenido nutricional de las hojas de Moringa varía según las condiciones de secado utilizadas. De esta manera, se observó que el secado en horno a 60 °C brindó los mejores resultados en cuanto a la conservación de los nutrientes (Ayegba et al., 2017). Dado que las muestras para el presente estudio fueron adquiridas con distribuidores del producto, información de esa naturaleza no es incluida en el empaque y no se tiene al alcance para obtenerla; no obstante, se puede presumir que los métodos de secado fueron diferentes, dadas las diversas regiones de origen y compañías que venden el producto.

Figura 1.
Proteína en productos comerciales de Moringa





3.2. Contenido de cenizas

La Tabla 3 muestra el resultado del análisis de comparación del contenido de cenizas según el tipo de presentación de las muestras de Moringa analizadas. En relación al contenido de cenizas, el porcentaje promedio total de 9.37% encontrado en este estudio fue aproximado a los reportados por Peñalver et al. (2022) con 9.95% y Bocarando-Guzmán et al. (2022) con 9.68%. Sin embargo, Moyo et al. (2011) informaron que las hojas secas de moringa de Acapulco y Guerrero tenían un contenido de cenizas de 7.64%, que son valores inferiores a los encontrados en este estudio.

Tabla 3.
Comparación del contenido de cenizas según el tipo de presentación de las muestras de hojas de Moringa analizadas.

ID Producto	Presentación	Cenizas (%)	Promedio (%)
4	Polvo	10.53	10.53%
3	Polvo	9.46	
2	Polvo	11.6	
6	Cápsulas	9.36	
5	Cápsulas	8.35	
9	Cápsulas	8.41	
8	Cápsulas	7.33	
7	Cápsulas	15.58	
10	Hojas	8.19	
1	Hojas	9.86	

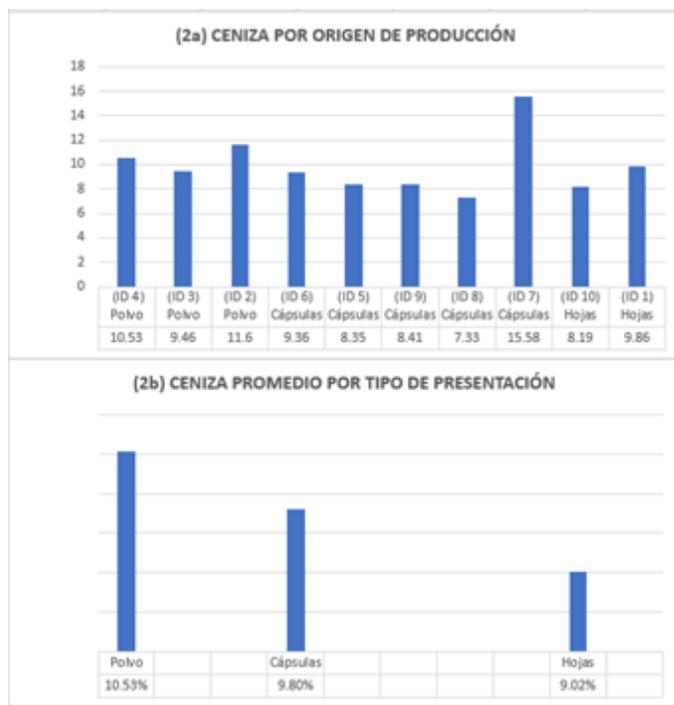
La Figura 2 muestra los resultados del contenido de ceniza en diferentes presentaciones de productos comerciales. Conforme a los hallazgos de este estudio, se obtuvo un porcentaje de 9.80% de ceniza en las cápsulas, lo que representa una diferencia negativa de 0.73% en comparación con la presentación en polvo, y de 0.78% con la presentación en hojas. En estudios comparativos, se han reportado resultados diferentes a los obtenidos en este estudio, por ejemplo, Lezama et al. (2017) encontraron un contenido mineral del 6.92% en cápsulas de Moringa comercial. Asimismo, se observó que las hojas de Tepatlaxco, Veracruz, presentaron un contenido de ceniza del 4.31%, mayor que el encontrado en las hojas de Tierra Blanca, Veracruz, que fue de 3.65%.

En la Figura 2b se observa el contenido promedio de cenizas según el tipo de presentación. Se aprecia que la variación en el contenido de cenizas está relacionada con la forma en que se presenta el producto. Por ejemplo, el promedio de cenizas en la presentación en hojas enteras fue 0.76% inferior al promedio de todas las presentaciones, mientras que la presentación en polvo, que implica un mayor procesamiento, mostraba en promedio porcentajes superiores al 10%. Con relación a esto, la presencia de cenizas puede considerarse como un indicador general de la calidad del producto (Park, 1996). De acuerdo con un informe de la Organización DE Consumidores y Usuarios (ODECU, 2014) acerca del té, se ha observado que las cenizas provienen de la combustión de la materia orgánica del té, y un elevado contenido de las mismas puede sugerir la presencia de un aditivo inorgánico. En el caso de las muestras analizadas en este estudio, debido al proceso de obtención del polvo de Moringa, es posible que exista un mayor contenido de materia orgánica no foliar, originado por partes de la planta distintas a las hojas, como por ejemplo los tallos (Márquez Hernández et al., 2017).

Con relación al contenido de cenizas, Park y Bell (2004) hacen mención que el contenido total de cenizas puede usarse para indicar el valor nutricional de los productos alimenticios; sin embargo, en el caso de los tejidos vegetales, Marshall (2010), menciona que no se puede esperar un contenido constante de la ceniza. En línea con lo anterior, Lamidi et al. (2017) en su estudio sobre Moringa que consideró diferentes sitios de muestreo como: Ara, Igbon, Ejibbo y Oko, en Nigeria, mencionan que el contenido de humedad en la localidad de Ara tuvo una correlación negativa y significativa con el contenido de cenizas, y por lo tanto, a medida que aumenta el contenido de humedad de las hojas cosechadas allí, el contenido de cenizas disminuye, esto podría deberse a los contenidos de materia orgánica del suelo ya que fue bajo en el sitio de Ara, no así en otra región donde el contenido de materia orgánica del suelo fue alto.

Por lo tanto, es posible que la variación en cuanto al contenido de cenizas esté relacionada con las condiciones medioambientales de donde proceden las muestras analizadas, particularmente, como mencionan Lamidi et al. (2017) y Márquez-Hernández et al., (2017), debido a las características del suelo donde fueron cosechadas las hojas de Moringa, así como a las partes de la planta que contenga el producto (hojas y tallos, por ejemplo).

Figura 2.
Ceniza por tipo de presentación en productos comerciales de Moringa



IV. CONCLUSIONES

El análisis de contenido de proteínas y cenizas de productos comerciales de *Moringa oleifera* Lam. (Moringa) reveló la presencia de importantes contenidos de proteína. Por lo que se considera que el consumo de Moringa representa una opción

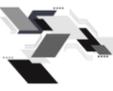
prometedora para la alimentación, la salud y la tecnología sostenible. Sin embargo, se requiere realizar más investigaciones sobre la producción, los procesos y los productos relacionados con Moringa para poder implementarlos de manera efectiva en la agroindustria y en el mercado de consumo. Las diferencias en el contenido de proteína entre los productos comerciales elaborados a partir de hojas de Moringa se pueden observar tanto en el análisis general de todas las muestras como en la comparación por lugar de origen. Algunas muestras presentaron un contenido de proteína significativamente más alto que otras, lo que puede deberse a factores como el procesamiento, la calidad de las hojas utilizadas y las prácticas de producción. Es importante tener en cuenta estas variaciones al momento de seleccionar un producto comercial de Moringa para asegurar la obtención de los beneficios nutricionales deseados. Las diferencias encontradas en el contenido de cenizas entre las distintas presentaciones comerciales de productos elaborados a partir de hojas de Moringa podrían deberse a las diferentes formas de cultivo, procesamiento y presentación de los productos. Estos resultados sugieren que es importante considerar el tipo de presentación al comparar productos de Moringa con el objetivo de determinar posibles diferencias en su composición nutricional. Es importante tener en cuenta que, al someter un alimento a tratamientos térmicos, pueden producirse cambios químicos que impactan en sus propiedades nutricionales y funcionales, y que estas modificaciones varían en función del tiempo y la temperatura utilizados.

V. AGRADECIMIENTOS

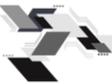
Se agradece el apoyo económico al primer autor del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnología (CONAHCYT), así como a El Colegio de Veracruz (COLVER) y productores, que suministraron información valiosa para la continuidad de este proyecto.

VI. REFERENCIAS

- Alfaro, N. (2008). *Rendimiento y uso potencial de Paraíso Blanco, Moringa oleifera Lam en la producción de alimentos de alto valor nutritivo para su utilización en comunidades de alta vulnerabilidad alimentario-nutricional de Guatemala*. http://glicos.concyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt_2006.26.pdf
- Amaya, R. Y. (2019). *DETERMINACION DEL ANALISIS BROMATOLOGICO PROXIMAL Y DE MINERALES EN PUPUSAS DE Zea mays (MAIZ) CON RELLENO DE HOJAS DE Moringa oleifera (TEBERINTO) COMO ALTERNATIVA NUTRICIONAL* [Universidad de El Salvador]. <https://oldri.ues.edu.sv/id/eprint/20581/>
- Arias Sabin, C. (2014). *Estudio de las posibles zonas de introducción de la A Moringa oleifera Lam. en la península Ibérica, Islas Baleares e Islas Canarias* [Universidad Politécnica de Madrid]. In *Universidad Politécnica De Madrid* (Vol. 2, Issue 3). http://oa.upm.es/23094/1/PFCARIAS_SABIN.pdf
- Asante, W. A., Nasare, I. L., Tom-Dery, D., Ochire-Boadu, K., & Kentil, K. B. (2014). Nutrient composition of Moringa oleifera leaves from two agro ecological zones in Ghana. *African Journal of Plant Science*, 8(1), 65–71. <https://doi.org/10.5897/ajps2012.0727>
- Asensi, G. D., Villadiego, A. M. D., & Berruezo, G. R. (2017). Moringa oleifera: A review of food applications. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 67(2), 86–97. <https://www.researchgate.net/publication/317747463>
- Ayegba, C., Makinde, O., Obigwa, P., & Orijajogun, J. (2017). Effect of Drying Temperature on Nutritional Content of Moringa Oleifera Leave. *World Journal of Food Science and Technology*, 1(3), 93–96. <https://doi.org/10.11648/j.wjfst.20170103.11>
- Bocarando-Guzmán, M. D., Luna-Suárez, S., Hernández-Cázares, A. S., Herrera-Corredor, J. A., Hidalgo-Contreras, J. V., & Ríos-Corripio, M. A. (2022). Comparison of the physicochemical and functional properties of flour and protein isolate from moringa (Moringa oleifera Lam.) leaves. *International Journal of Food Properties*, 25(1), 733–747. <https://doi.org/10.1080/10942912.2022.2058533>
- Bonal Ruíz, R., Rivera Odio, R. M., & Bolívar Carrión, E. (2012). Moringa oleifera: a healthy option for the well-being. *Medisan*, 16(10), 1596–1598. <https://doi.org/10.1111/j.1753-0407.2011.00173.x/full>
- Carrión Delgado, J. M., Valdés-Rodríguez, O. A., & Gallardo-López, F. (2021). Sustainability of Four Agroecosystems in the State of Veracruz, Mexico. *Agro Productividad*, 14(3), 49–54. <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i3.1760>
- Carrión-Delgado, J. M., Vádés-Rodríguez, O. A., Gallardo López, F., & Palacios Wassennar, O. M. (2021). Potencial agroecológico de Moringa oleifera Lam. para el estado de Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*.
- Carrión-Delgado, J. M., Valdés-Rodríguez, O. A., Palacios-Wassennar, O. M., & Gallardo-López, Felipe. (2022). Agroecological potential of Moringa oleifera Lam. for the state of Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 13, 47–68. https://www.researchgate.net/publication/359512392_Agroecological_potential_of_Moringa_oleifera_Lam_for_the_state_of_Veracruz
- Cerdas-Ramírez, R. (2017). Extracción de nutrientes y productividad de moringa (moringa oleifera) con varias dosis de fertilización nitrogenada. *Intersedes*, 18, 145–163. <https://doi.org/https://doi.org/10.15517/isucr.v18i38.32673>
- Del Toro, J. J., Carballo Herrera, A., & Rocha Román, L. (2011). Valoración de las propiedades nutricionales de Moringa oleifera en el departamento de Bolívar. *Revista de Ciencias*, 23–30. <http://fullmoringa.com.co/>
- Gebregiorgis Amabye, T. (2016). Chemical Compositions and Nutritional Value of Moringa Oleifera Available in the Market of Mekelle. *Journal of Food and Nutrition Sciences*, 3(5), 187–190. <https://doi.org/10.11648/j.jfns.20150305.14>
- Gopalakrishnan, L., Doriya, K., & Kumar, D. S. (2016). Moringa oleifera: A review on nutritive importance and its medicinal application. *Food Science and Human Wellness*, 5(2), 49–56. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2016.04.001>
- Guzmán-Maldonado, S. H., & Díaz Fuentes, V. H. (2017). Diversidad en la composición fenólica y capacidad antioxidante de colectas de moringa del estado de Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8, 1641–1645.



- https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342017000701641
- Guzmán-Maldonado, S. H., Zamarripa-Colmenares, A., & Hernández-Duran, L. G. (2015). Calidad nutrimental y nutraceutica de hoja de moringa proveniente de árboles de diferente altura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(2), 317–330. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342015000200008&script=sci_abstract
- Lamidi, W. A., Murtadha, M. A., & Ojo, D. O. (2017). Effects of Planting Locations on the Proximate Compositions of Moringa Oleifera leaves. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 21(2), 331. <https://doi.org/10.4314/jasem.v21i2.14>
- Lezama, D., del Rosario, M., Hernández Teresita, R., Avelizapa Luz Irene, R., Juárez María Antonieta Rocío, J., & Ruvalcaba Vidal, E. (2017). Bromatological and physicochemical quality of Moringa (Moringa oleifera Lam) produced in the central zone of Veracruz. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 5, 35–40. <https://www.revistabioagro.mx/index.php/revista/article/view/107/124>
- Liyanage, R., Jayathilaka, C., Perera, O. S., Kulasoorya, S. A., Jayawardana, B. C., & Wimalasiri, S. (2014). Protein and Micronutrient Contents of Moringa oleifera (Murunga) Leaves collected from Different Localities in Sri Lanka. In *Asian Journal of Agriculture and Food Science*. www.ajouronline.com
- Márquez Hernández, I., Bastidas Guerrero, T. L., Fernández Valarezo, G. K., Campo Fernández, M., Jaramillo Jaramillo, C. G., Luisa Rojas de Astudillo, L., & Guabo Ecuador, E. (2017). Estudio farmacognóstico preliminar de tallo y raíz de la especie Moringa Oleifera lam cosechada en Machala. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 22(1), 1–13. <http://scielo.sld.cu>
- Marshall, M. R. (2010). Ash Analysis. In S. S. Nielsen (Ed.), *Food Analysis* (4th ed., p. 105). Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1478-1>
- Mbailao, M., Mianpereum, T., & Albert, N. (2013). Proximal and Elemental Composition of Moringa oleifera (Lam) Leaves from Three Regions of Chad. *Journal of Food Resource Science*, 3(1), 12–20. <https://doi.org/10.3923/jfrs.2014.12.20>
- Méndez, Y., Suárez, F. O., Verdecia, D. M., Herrera, R. S., Labrada, J. A., Murillo, B., & Ramírez, J. L. (2018). Bromatological characterization of Moringa oleifera foliage in different development stages Caracterización bromatológica del follaje de Moringa oleifera en diferentes estadios de desarrollo. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 52(3), 1–10. <http://dSPACE.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/2915/1/561%20PUB-ARTICULO-4155.PDF?sequence=1&isAllowed=y>
- Mota-Fernández, I. F., Valdés-Rodríguez, O. A., & Quintas, G. S. (2019). Características Socioeconómicas y prácticas agrícolas de los productores de Moringa oleifera Lam. en México. *Agroproductividad*, 12(2), 3–8. <https://doi.org/10.32854/agrop.v12i2.1357>
- Moyo, B., Masika, P. J., & Muchenje, V. (2011). Nutritional characterization of Moringa (Moringa oleifera Lam.) leaves. In *JOURNAL OF BIOTECHNOLOGY*. https://www.researchgate.net/publication/236669148_Nutritional_characterization_of_Moringa_Moringa_oleifera_Lam_leaves
- Nielsen, S. S. (2017). *Food Analysis Laboratory Manual* (3rd ed.). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-44127-6>
- ODECU. (2014). *Estudio de calidad de té negro*. 1–1.
- Olson, M. E. (2010). Moringaceae. In *Flora of North America North of Mexico. Flora of North America Association*, 7, 167–169. <http://www.explorelifeonearth.org/people/Olson2010FNAMoringaceae.pdf>
- Olson, M. E., & Alvarado-Cárdenas, L. O. (2016). ¿Dónde cultivar el árbol milagro, Moringa oleifera, en México? Un análisis de su distribución potencial. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(3), 1089–1102. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.07.007>
- Olson, M. E., & Fahey, J. W. (2011). Moringa oleifera: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 1071–1082. file:///H:/CARRIÓN/ARTÍCULO 1/POTENCIAL SUSTENTABLE/ARTÍCULO 2. AGROSISTEMAS/v82n4a1.pdf
- Park, W. Y. (1996). Handbook of Food Analysis. In *Determination of Moisture and Ash contents of Foods* (Vol. 1, pp. 44–92). Marcel Dekker, Inc. <https://www.researchgate.net/publication/282135010>
- Park, Y. W., & Bell, L. N. (2002). Determination of Moisture and Ash contents of Foods. Handbook of Food Analysis. In *Handbook of Food Analysis* (Vol. 1, pp. 55–82). Marcel Dekker, Inc. <https://www.researchgate.net/publication/282024649>
- Peñalver, R., Martínez-zamora, L., Lorenzo, J. M., Ros, G., & Nieto, G. (2022). Nutritional and Antioxidant Properties of Moringa oleifera Leaves in Functional Foods. *Foods*, 11(8), 2–13. <https://doi.org/10.3390/foods11081107>
- Reyes Camargo, A. D., & Traeger Romero, J. L. (2023). EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LAS HOJAS FRESCAS Y DESHIDRATADAS DE LA Moringa oleifera. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/entities/publication/9162a226-0850-4ec3-874b-1e8732369a6a>
- Romero, N. (1997). Métodos de análisis para la determinación de nitrógeno y constituyentes nitrogenados en alimentos. In I. Zacarias & S. De Pablo (Eds.), *Producción y Manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición*. (Vol. 1, pp. 1–1). <https://www.fao.org/3/ah833s/Ah833s17.htm>
- Ruiz-Hernández, R., Pérez-Vázquez, A., Landeros-Sánchez, C., Valdés Rodríguez Ofelia Andrea, & Figueroa-Rodríguez, K. A. (2021). Efecto de la poda en la producción de biomasa y proteína en Moringa oleifera Lam. en la zona centro de Veracruz. *Biociencia*, XXIII, 161–170. <http://biociencia.unison.mx>
- Salas-Martínez, F., & Valdés-Rodríguez, O. A. (2018). Socioeconomic Experiences of the Producers of Three Crops with bioenergy potential in Mexico. 11(August), 43–50. <https://www.researchgate.net/publication/327118575/download>
- Sánchez P., Martínez G., Sinagwa S., V. J. (2013). Moringa oleifera ; Importancia , Funcionalidad y Estudios Involucrados. *Revista Científica de La Universidad Autónoma de Coahuila*, 5(9), 25–30.
- Sánchez-Peña, Y. A., Martínez-Ávila, G. C. G., Sinagawa-García, S. R., & Vázquez-Rodríguez, J. A. (2013). Moringa oleifera; Importancia, Funcionalidad y Estudios Involucrados. *AQM Acta Química Mexicana*, 5, 2529. https://www.researchgate.net/publication/277019696_Moringa_Oleifera_Importancia_Funcionalidad_y_Estudios_Involucrados_Sanchez-Pena_YA_Martinez-Avila_GCG_Sinagawa-Garcia_SR_Vazquez-Rodriguez_JA_AQM_Acta_Quimica_Mexicana_Vol5_Pag25-29_Revistas_Arbitrada



- Segarra Lluísupa, P. A. (2018). *Efecto dela distancia sobre la producción de masa foliar de la Moringa (Moringa oleiferaLam)* [Universidad Técnica de Machala].
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/12435>
- Valdés- Rodríguez, O. A., Palacios-Wassenaar, O. M., Ruíz Hernández, R., & Pérez Vázquez, A. (2014). Moringa and Ricinus association potential in the sub-tropics of Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9, 1673–1686.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263137781012>
- Valdés-Rodríguez, O. A., Giadrossich, F., Pérez-Vázquez, A., & Moreno-Seceña, J. C. (2018). Above- and below-ground biomass and allometry of Moringa oleifera and Ricinus communis grown in a compacted clayey soil. *Flora*, 241, 35–45.
<https://doi.org/10.1016/j.flora.2018.02.002>
- Vázquez-León, L. A., Páramo-Calderón, D. E., Robles-Olvera, V. J., Valdés-Rodríguez, O. A., Pérez-Vázquez, A., García-Alvarado, M. A., & Rodríguez-Jimenes, G. C. (2017). Variation in bioactive compounds and antiradical activity of Moringa oleifera leaves: influence of climatic factors, tree age, and soil parameters. *European Food Research and Technology*, 243(9), 1593–1608.
<https://doi.org/10.1007/s00217-017-2868-4>
- Velázquez-Zavala, M., Peón-Escalante, I. E., Zepeda-Bautista, R., & Jiménez-Arellanes, M. A. (2016, May 1). Moringa (Moringa oleifera Lam.): Potential uses in agriculture, industry and medicine. *Revista Chapingo, Serie Horticultura*, 22(2), 95–116.
<https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2015.07.018>

VII. AUTORES

Juan Manuel Carrión Delgado

 <https://orcid.org/0000-0002-2449-3677>

Ofelia Andrea Valdés Rodríguez

 <https://orcid.org/0000-0002-3702-6920>