 ISSN: 2007 8102

Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y funcionales de fibra de papa extranjera (*Oxalis tuberosa*)

*R.C. Ramírez-Antonio[1], G. Vivar-Vera[1], J. Jiménez-Guzmán[1], F.E. González-Jiménez[1], A. Peredo-Lovillo[1]**
[1]Laboratorio de Ingeniería y Biotecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Oriente 6 1009, Rafael Alvarado, 94340, Orizaba, Veracruz, México.
**auperedo@uv.mx*

***Área de participación**: Ingeniería Química*

Resumen

La “papa extrajera” u *Oxalis tuberosa* es una planta cultivada en zonas altas y frías en las regiones montañosas. En México, tiene popularidad debido a su tubérculo comestible rico en fibra. Sin embargo, el conocimiento de sus características fisicoquímicas y funcionales es escaso. Por lo tanto, en el presente trabajo se realizaron pruebas de flujo para conocer sus características fisicoquímicas y de almacenamiento; así como pruebas funcionales incluyendo capacidad de retención de agua y aceite, capacidad de hinchamiento e higroscopicidad. De acuerdo con los resultados obtenidos, la fibra mostró un flujo excelente en cuanto a su índice de Hausner y ángulo de reposo. Así como una capacidad de retención de aceite y agua, higroscopicidad e hinchamiento deseables en una fibra dietaria potencialmente funcional. Por lo tanto, la fibra de *Oxalis tuberosa* puede ser considera como fibra dietaria con potenciales efectos anti-lipidémicos, aunque se requieren mas estudios al respecto.

***Palabras clave**: Fibra, propiedades de flujo, propiedades funcionales, papa roja.*

Abstract

The "papa extranjera" or Oxalis tuberosa is a plant cultivated in high and cold areas in the mountainous regions. In Mexico, it is popular due to its fiber-rich edible tuber. However, knowledge of its physicochemical and functional characteristics is scarce. Therefore, in the present work, flow tests were carried out to know its physicochemical and storage characteristics; as well as functional tests including water and oil retention capacity, swelling capacity and hygroscopicity. According to the results obtained, the fiber showed excellent flow in terms of its Hausner index and angle of repose. As well as desirable oil and water holding capacity, hygroscopicity and swelling for its consideration as a potentially functional dietary fiber. Therefore, Oxalis tuberosa fiber can be considered as a dietary fiber with potential anti-lipidemic effects, although more studies are required in this regard.

***Key words**: Fiber, flow properties, functional properties, red potato.*

Introducción

La *Oxalis tuberosa* es una planta herbácea (no leñosa) originalmente cultivada en tierras altas de los Andes, desde Colombia hasta Argentina, Perú y Bolivia[1]. En México, gracias a la popularidad de su tubérculo comestible, es cultivada de igual manera en las zonas altas y frías de las regiones montañosas, donde es conocida como “papa extranjera”. El tubérculo es cilíndrico y delgado con un diámetro de 20 a 40 mm, una longitud de 25 a 150 mm y una anchura de 25 mm. Diferentes estudios reportan que el tubérculo de *Oxalis tuberosa* posee un alto contenido nutritivo, siendo el almidón su mayor componente (60% en peso seco), aunque también es fuente de proteínas (1.1% peso húmedo) y fibra dietaria (1.1% peso húmedo), ésta última conformada por cadenas de fructooligosacáridos[2]. Dentro de las funcionalidades de la *Oxalis tuberosa* se encuentra su actividad antioxidante y su actividad promotora de la digestión, debido principalmente a su contenido de fibra[1]. Existen diversos trabajos de investigación relacionados con el almidón de papa de extranjera, incluyendo métodos de extracción, modificaciones químicas y físicas, así como algunas de sus funcionalidades[3,4]. Por ejemplo, se ha reportado el uso de harina de *Oxalis tuberosa* como sustituto de harinas en la elaboración de pan estilo inglés sin gluten, observándose que un 13.2% de harina de *Oxalis tuberosa* mejora significativamente las propiedades reológicas

 ISSN: 2007 8102

del producto, disminuye el índice glicémico y posee una mayor preferencia sensorial en comparación harinas de otros tubérculos (papa y tapioca)[4]. Similarmente, se ha observado que el uso de la *Oxalis tuberosa* es una alternativa para generar productos de panificación sin gluten, a la vez que no se modifican significativamente las propiedades sensoriales de un pan hecho en su totalidad con harina de trigo. Esto hallazgos abren un nuevo nicho de investigación hacia el uso de sustitutos naturales para la harina de trigo en la elaboración de productos potencialmente funcionales[5].

Por otro lado, la fibra dietaria puede ser clasificada como insoluble y soluble. La fibra soluble, una vez consumida, puede ser metabolizada y aprovechada casi en su totalidad dentro del colon, promoviendo el crecimiento de probióticos dentro del microbiota intestinal, inhibe el transporte de lípidos, colabora en el control de enfermedades cardiovasculares y posee actividad antioxidante (capacidad de eliminación de radicales libres)[6,7]. Adicionalmente, estudios han señalado que este tipo de fibras pueden ser utilizadas como ingredientes sustitutos de grasas en la formulación de productos como helados, embutidos y alimentos de panificación, en los cuales su adición incrementa favorablemente sus propiedades sensoriales y aumenta sus propiedades funcionales[8,9]. Sin embargo, la recurrencia de estos beneficios y efectos fisiológicos son difíciles de predecir una vez que las fibras son adicionadas como parte de la formulación de un alimento. Para solucionar este problema, el análisis de sus propiedades fisicoquímicas y funcionales surge como una de las principales herramientas para predecir la funcionalidad de las fibras una vez que son adicionadas a los productos alimenticios[10]. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar las propiedades de fisicoquímicas y funcionales de fibra de la papa extrajera (*Oxalis tuberosa*), como parte de su caracterización como ingrediente funcional de origen natural con potencial aplicación en la elaboración de productos alimenticios saludables.

Metodología

Obtención de la materia prima

La papa extranjera (*Oxalis tuberosa*) utilizada en el presente trabajo fue obtenida de un mercado local en la comunidad de Soledad Atzompa, Veracruz, México; en el periodo de Enero-Febrero, 2022. Una vez en el laboratorio, la papa fue sumergida en una solución de hipoclorito de sodio (0.5% v/v) y enjuagada con agua potable hasta retirar todas las impurezas. Entonces, la papa fue secada al aire y posteriormente cortada en cubos con medidas de 2 cm aproximadamente. La papa trozeada fue mezclada con agua destilada en una relación 1:2 (p: v) para después someterse a una molienda con ayuda de en un molino de aspas (SANYTARY, mod. LS12VP, México) durante 4 min a máxima potencia. La suspensión resultante se filtró utilizando una manta y fue exprimida hasta retirar la mayor cantidad de agua posible. Los sólidos obtenidos fueron sometidos nuevamente al proceso de molienda bajo las mismas condiciones. Los sólidos fueron entonces secados a 40 °C por 48 h en una estufa de aire. Una vez secos, los sólidos fueron molidos durante 4 min más y entonces el tamaño de partícula fue homogenizado a través de un tamizado con una malla de 250 µm. La fibra molida y tamizada fue almacenada al vacío a 25 ºC en bolsas plásticas hasta su análisis.

Evaluación de las propiedades fisicoquímicas

Propiedades de flujo

Se evaluaron las propiedades de flujo de densidad a granel, densidad compactada, índice de Hausner y ángulo de reposo en la fibra obtenida anteriormente, siguiendo las metodologías descritas previamente por Goh et al.[11]. Los resultados fueron expresados de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

$$Densidad\ a\ granel\ (g/mL) = \frac{M(g\ de\ fibra)}{V(mL\ ocupado)} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$Densidad\ compactada\ (g/mL) = \frac{M(g\ de\ fibra\ )}{v\ (mL\ ocupado\ despues\ de\ compactar)} \quad \text{Ecuación 2}$$

$$Índice\ de\ Hausner = \frac{Densidad\ compactada}{Densidad\ a\ granel} \quad \text{Ecuación 3}$$

 ISSN: 2007 8102

$$Ángulo\ de\ reposo\ (º) = tan^{-1}\left(\frac{Altura\ (cm)}{Radio\ del\ cono\ (cm)}\right)$$ Ecuación 4

Por otro lado, también se evaluó la densidad de partícula de acuerdo con la metodología propuesta por Premi y Sharma[12]. Inicialmente se colocó 1 g de fibra un matraz aforado de 25 mL. Con ayuda de una bureta se afora con tolueno y se registra el volumen gastado. La densidad de partícula se calculó con ayuda de la siguiente ecuación:

$$Densidad\ de\ partícula\ \left(\frac{g}{mL}\right) = \frac{g\ de\ fibra}{V_f - V_i}$$ Ecuación 5

Donde: V_f es el volumen del matraz y V_i es el volumen de tolueno gastado

La compresibilidad o Índice de Carr, fue calculado con la siguiente ecuación[13]:

$$Índice\ de\ Carr = \frac{Densidad\ compactada - Densidad\ a\ granel}{Densidad\ compactada}$$ Ecuación 6

Evaluación de las propiedades fisicoquímicas

Capacidad de retención de agua (WRC) y Capacidad de retención de aceite (ORC)

La WRC y ORC fueron evaluadas siguiendo la metodología descrita por Zhang[14] y calculadas con las siguientes ecuaciones:

$$WRC = \frac{M1 - M2}{M2}$$ Ecuación 7

$$ORC = \frac{M1 - M2}{M2}$$ Ecuación 8

Donde: M1 es el peso de la muestra y M2 es el peso de la muestra después de la absorción de agua o aceite.

Capacidad de hinchamiento (CH)

Se colocaron 3 g de la muestra de fibra en un matraz graduado y se agregó agua en una porción 1:30 (p/v). Posteriormente se mezcló vigorosamente y se incubó 20 h a 25 ºC. Al final se registró el volumen de agua y se calculó la capacidad de hinchamiento con base en la siguiente ecuación[15]:

$$CH = \frac{V1 - V2}{V1}$$ Ecuación 9

Donde: V1 es el volumen ocupado por la muestra seca y V2 es el volumen ocupado por la muestra húmeda.

Higroscopicidad

La higroscopicidad de la fibra se evaluó siguiendo la metodología propuesta por Agustini[16], con algunas modificaciones. Se colocaron 2 g de muestra en un recipiente equilibrado con una solución saturada de NaCl (0.75 humedad relativa). Al final de 7 días la muestra fue pesada y la higroscopicidad se expresó como g de humedad por 100 g de sólidos secos.

ISSN: 2007 8102

Análisis estadístico

Todos los análisis de las propiedades de flujo y de las propiedades funcionales de la fibra de *Oxalis tuberosa* se realizaron por triplicado, y el tanto el promedio de los triplicados como la desviación estándar fueron calculados utilizando el software Excel versión 16.64 (Microsoft, EUA, 2022), con el cual fueron calculado dichos parámetros utilizando las fórmulas precargadas en las hojas de cálculo. En las tablas siguientes se muestran entonces, el promedio de las repeticiones de cada uno de los análisis ± la desviación estándar de los datos obtenidos.

Resultados y Discusión

La papa extrajera (*Oxalis tuberosa*) es un tubérculo cuya temporada de cosecha se centra en los meses de noviembre a febrero, es decir, aquellos meses donde las temperaturas tienden a ser las más frías del año. Su cultivo se lleva a cabo en las regiones boscosas, principalmente en las regiones que delimitan los estados de Veracruz y Puebla. En esa temporada se puede localizar en diversos mercados locales donde su color rojo intenso indica su estado óptimo de maduración. Para efectos de este estudio, al adquirir la materia prima, se eligió aquella papa que tuviera el color característico, que no mostrara algún daño mecánico o microbiológico y que estuviera firme al tacto, dichas características se pueden observar en la Figura 1.



Figura 1. Papa extranjera (*Oxalis tuberosa*) lavada y seca.

Propiedades de flujo

Conforme a los resultados obtenidos, la densidad a granel tuvo un resultado de 0.5053 g/mL y la densidad compactada un resultado de 0.55 g/mL, este dato varió conforme a la información obtenida por Santamaría[17], pues mostró que su polvo tiene una densidad de 0.68 g/mL aproximadamente; esto puede ser debido a que maneja polvo compactado para hacer gránulos, sin embargo en otro reporte de densidad a granel y densidad compactada es comparada con productos comerciales[18], entre ellos estabilizantes, por lo que cuentan con cierta similitud con nuestros resultados obtenidos.

 ISSN: 2007 8102

Los resultados obtenidos de las propiedades de flujo se muestran en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1. Propiedades de flujo de la fibra de papa extranjera (*Oxalis tuberosa*).

Propiedades	**Promedio±DS**
Densidad a granel (g/mL)	0.5053 ± 0.004
Densidad compactada (g/mL)	0.55 ± 0.02
Índice de Hausner	1.08 ± 0.03
Índice de Carr (Compresibilidad) (%)	80.35 ± 2.6306
Densidad de partícula (g/mL)	1.34 ± 0.085
Ángulo de reposo (°)	27.22 ± 0.4666

DS: Desviación Estándar

Para el índice de Carr se obtuvo un valor no aceptable para la compresibilidad de la fibra, esto debido a que los valores obtenidos no concuerdan con los reportados por Acosta[19], quienes indicaron que el índice de Carr es aceptable entre los valores 10-25, por lo que nuestro resultado no se encuentra en dichos estándares. Pero, para el índice de Hausner, citados por el mismo autor, indica que es aceptable, comparándolo con gránulos que tiene relación con la fluidez del polvo, catalogándolo como una propiedad excelente. El ángulo de reposo se encuentra en un estado excelente, lo anterior basado en la clasificación propuesta por Santamaría[17], debido a que sus resultados, correspondientes a 10 muestras de fibra, fueron clasificados de la misma manera bajo un excelente ángulo entre los valores de 25–30. Los resultados para las propiedades funcionales de la fibra se muestran en la Tabla 2.

Tabla 1. Valores de las propiedades funcionales del polvo de la papa extranjera (*Oxalis tuberosa).*

Propiedad	**Promedio ± DS**
Capacidad de retención de agua	4.7151 ± 0.364
Capacidad de hinchamiento	2.0111 ± 0.183
Capacidad de retención de aceite	2.1956 ± 0.573
Higroscopicidad	0.0685 ± 0.0082

DS: Desviación Estándar

Para los resultados de retención de agua se presentó un valor de 4.7151, superior al reportado por Serna et al.[20], quienes observaron valores de 0.410 en un alimento modelo pulverizado, en este caso, cáscaras de mango deshidratadas con alto contenido de fibra. Por otro lado, también se ha reportado que al añadir inulina y pectina se puede observar una mejora la WRC, si se necesitase una mayor capacidad de formar geles o emulsiones a partir de la fibra de *Oxalis tuberosa*[21]. De igual manera, se comparó con los resultados de retención de aceite con cereales comerciales, que incluso tiene una mejor ORC.

Los resultados de la CH permiten inferir que la fibra de *Oxalis tuberosa* posee propiedades de hidratación y flotación deseables desde el punto de vista funcional, ya que muestra una potencial capacidad de absorber agua dentro de su matriz sin comprometer si densidad, tal y como lo hacen algunas de las fibras dietarias, cuyo principal aporte funcional es colaborar en la descontimpación intestinal a través de la formación de esta especie de geles menos densos que el agua[6]. Este tipo de propiedades funcionales ha sido reportado en el desarrollo de algunos fármacos en donde resultados similares a los obtenidos con la fibra de *Oxalis tuberosa* aseguran un mayor efecto durante la ingesta controlada[17]. Así mismo, este tipo de propiedades estan relacionadas con su higroscopicidad, la cual ofrece la posibilidad de determinar la velocidad de reacción en cuanto a la facilidad con que la fibra absorbe agua del ambiente, lo cual influye en su reactividad dentro de sistemas biológicos con alto contenido de agua, como lo es el cuerpo humano[15].

 ISSN: 2007 8102

Trabajo a futuro

Con base en los resultados obtenidos, se tiene planeado seguir trabajando a mediano plazo en la adición de la fibra de la "papa extranjera" (*Oxalis tuberosa*) dentro de alimentos modelos para evaluar las propiedades tecnológicas de la fibra explorando con mayor profundidad su funcionalidad ahora en estudios *in vivo*, principalmente en modelos animales alimentados con los productos alimenticios adicionados con la fibra. Mientras que, a largo plazo, se planea el diseño y desarrollo de estudios clínicos de la fibra en una población determinada, analizando diferentes efectos benéficos a la salud derivados del consumo recurrente y controlado de la fibra de *Oxalis tuberosa*.

Conclusiones

Anteriormente se ha demostrado que la fibra de la papa extranjera (*Oxalis tuberosa*), rica en almidón posee propiedades tecnológicas deseables, principalmente en la sustitución de otro tipo de harinas, como al de trigo, dentro del proceso de panificación, ofreciendo así alimentos funcionales. Sin embargo, este tubérculo, es también rico en fibra la cual, de acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo, poseen un flujo excelente con base en sus valores de índice de Hausner y ángulo de reposo. Estas propiedades de flujo permiten predecir el comportamiento de la fibra durante su almacenamiento, es decir, son útiles para el diseño y aplicación de mejores condiciones para el almacenamiento de la fibra garantizando la conservación de su composición al igual que sus potenciales propiedades funcionales. En este sentido, al evaluar la WRC y la ORC podemos concluir que la fibra de *Oxalis tuberosa* se postula como un potencial alimento funcional capaz de interactuar con el agua, absorber lo suficiente como para formar geles poco densos, que en un sistema digesivo humano pueden colaborar con la absorción y eliminación de residuos oleosos al mismo tiempo que puede ser capaz de viajar a través del tracto intestinal, promoviendo el buen funcionamiento del intestino, evitando constipación y una correcta eliminación del bolo fecal. Por lo tanto, se concluye que la fibra de *Oxalis tuberosa* puede ser considerada como fibra dietaria con potenciales efectos benéficos para el consumidor. Sin embargo, es necesario seguir investigando en cuanto a su comportamiento bajo condiciones gastrointestinales *in vitro*, su eficacia e inocuidad en sistemas *in vivo*, para finalmente corroborar y evaluar sus efectos benéficos en estudios clínicos controlados.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Veracruzana, específicamente a la Facultad de Ciencias Químicas de la Región Córdoba-Orizaba, por todas las facilidades otorgadas para la elaboración del presente trabajo. De igual manera se agradece la participación los investigadores pertenecientes el Cuerpo Académico en Formación CA UV 522-Ingeniería y Biotecnología de Alimentos, por el apoyo y asesoría durante el desarrollo experimental del presente trabajo.

Referencias

[1] F. Zhu y R. Cui, "Comparison of physicochemical properties of oca (*Oxalis tuberosa*) potato, and maizes starches", *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 148, pp. 601-607, 2020.

[2] J. Puelles-Roman, N.G. Barroso, J.P. Cruz-Tirado, D.R. Tapia-Blácido, L. Angelats-Silva, G. Barraza-Jáuregui, y R. Siche, "Annealing process improves the physical, functional, thermal and rheological properties of Andean oca (*Oxalis tuberosa*) starch", *Journal of Food Process Engineering*, vol. 44, artículo e13702, 2021.

[3] M.P. Castro-Mendoza, H.M. Palma-Rodriguez, E. Heredia-Olea, J.P. Hernández-Uribe, E.O. López-Villegas, S.O. Serna-Saldivar, A. Vargas-Torres, "Characterization of a mixture of oca (*Oxalis tuberosa*) and oat extrudated flours: antioxidant and physicochemical attributes", *Journald of Food Quality*, vol. 2019, artículo 1238562, 2019.

[4] R.G. Campos-Montiel, M. Vicente-Flores, J.J. Chanona-Pérez, S.O. Espino-Manzano, M.J. y González de los Montero-Sierra, "Physicochemical, rheological and sensory chratcterization of a gluten-free English

 ISSN: 2007 8102

bread added with *Oxalis tuberosa* flor", *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, vol. 20, no. 3, artículo Alim2572, 2021.

[5] N. Guemes Vera, S.O. Espino Manzano, H.M. Hernandez Hernandez, "Use of *Oxalis tuberosa* in gluten-free baked goods manufacture", En *Alternative and Replacement Foods*, Academic Press, pp. 167-175. 2018.

[6] X. Du, L. Wang, X. Huang, H. Jing, X. Ye, W. Gao, X. Bai, y H. Wang, "Effects of different extraction methods on structure and properties of soluble dietary fiber from deffated coconut flour", *LWT*, vol. 143, artículo 111031, 2021.

[7] A. Peredo-Lovillo, H.E. Romero-Luna, y M. Jiménez-Fernández, "Health promoting microbial metabolites produced by gut microbiota after prebiotics metabolism", *Food Research International*, vol. 136, artículo 109473, 2020.

[8] Y. Niu, H.C. Fang, T.Y. Huo, X.J. Sun, Q. Gong, y L.L. Yu, "A novel fat replacer composed by gelatin and soluble dietary fibers from black bean coats with its applications in meatballs", *LWT-Food Science and Technology*, vol. 122, artículo 109000, 2020.

[9] Y. Niu, N. Li, Q, Xia, Y. Hou, y G. Xu, "Comparison of three modifications on structural, rheological and functional properties of soluble dietary fibers from tomato peels", *LWT-Food Science and Technology*, vol. 88, pp. 56-63, 2018.

[10] G.A. Nevara, S.K.S. Muhammad, N. Zawawi, N.A. Mustapha, y R. Karim, "Dietary Fiber: Fractionation, Characterization and Potential Sources from Defatted Oilseeds", *Foods*, vol. 10, artículo 754, 2021.

[11] H.P. Goh, P.W.S. Heng, y C.V. Liew, "Comparative evaluation of powder flow properties parameters with reference to particle size and shape", *International Journal of Pharmaceutics*, vol. 547, pp. 133-141, 2018.

[12] M. Premi, y H.K. Sharma, "Effect of different combinations of maltodextrin, gum arabic and whey protein concentrate on the encapsulation behaviour and oxidative stability of spray dried drumstick (*Moringa olifera*) oil", *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 105, pp. 1232-1240, 2017.

[13] S. Naji-Tabasi, B. Emadzadeh, M. Shahidi-Noghabi, M. Abbaspour, y E. Akbari, "Physico-chemical and antioxidant properties of barberry juice powder and its effervescent tablets", *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, vol. 8, artículo 23, 2021.

[14] W. Zhang, G. Zeng, Y. Pan, W. Chen, W. Huang, H. Chen, y Y. Li, "Properties of soluble dietary fiber polysaccharide from papaya peel obtained through alkaline or ultrasound assisted alkaline extraction", *Carbohydrate Polymers*, vol. 172, pp. 102-112, 2017.

[15] Z. Zhuang, M. Chen, J. Niu, N. Qu, B. Ji, X. Duan, Z. Liu, X. Liu, Y. Wang, y B. Zhao, "The manofacturing process of kiwifruit powder with high dietary fiber and laxative effect", *Molecules*, vol. 24, num. 21, artículo 3813, 2019.

[16] S. Agustini, "The characterization of mango (*Mangifera indica* L) powder of various drying temperatures. *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1095, artículo 012035, 2018.

[17] K.J. Santamaría, "Formulación y caracterización de un sistema de liberación gastroflotante de tabletas clorhidrato de metformina basado en efervescencia e hinchamiento", *Universidad autonoma de Nuevo León*, pp. 67- 89, 2018.

[18] J. Gómez, "Caracterización granulométrica de un producto comercial en polvo (suplemento dietario) y evaluación de la capacidad de dispersión en agua" *Universidad ICESI Facultad Ciencias Naturales Gómez Arciniegas*, pp. 26-40, 2016.

[19] J.C. Acosta (2019), "Estudio de las propiedades de flujo de sólidos pulverulentos y granulados empleados en la elaboración de formas farmacéuticas sólidas de administración oral" *Universidad de La Laguna*, pp. 10-15, 2019.

[20] L. Serna, C. Torres, Ayala Aponte A. Evaluación de Polvos Alimentarios obtenidos de Cáscaras de Mango (Mangifera indica) como fuente de Ingredientes Funcionales. Información Tecnologica. vol. 26 pp 44- 46, 2015.

[21] D. Zarate, Méndez Zamora G., Rivera de Alba J. A., Flores Girón E. Efecto del nopal (*Opuntia* spp.) deshidratado en polvo sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de salchichas Viena. Universidad de Sonora, División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Biotecnia, vol. 23, núm. 2, pp 90-91, 2021.