

ENRIQUECIMIENTO PROTEICO DEL NOPAL, UNA OPCIÓN PARA LA CADENA PRODUCTIVA BOVINOS DE CARNE EN VILLA GUERRERO, JALISCO

QUICH PAN COLEL CASTRO ANGULO*, IRMA ROBLES RODRÍGUEZ**, NOEMÍ DEL CARMEN RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ***¹

Resumen

La ganadería bovina del norte de Jalisco representa un rubro importante para la economía local debido a la baja prevalencia de tuberculosis, representando una oportunidad para el intercambio comercial con Estados Unidos. Dentro de la región, se encuentra Villa Guerrero, municipio caracterizado por su productividad. Sin embargo, debido al cambio climático, los ganaderos han tenido que cambiar prácticas de manejo y utilizar suplementos proteicos producidos en otros lugares para época de estiaje. Como resultado, los costos de producción se han elevado, por lo que este trabajo tuvo como objetivo implementar prácticas que contribuyan a la producción de alimento con buena fuente de proteína, por lo que se realizaron pruebas que permitieran enriquecer el nopal (*Opuntia spp.*) a través del uso de *Sacharomyces cereviceae* para aumentar la calidad nutricional del alimento de los animales con recursos existentes en el área. Para la prueba piloto se tomó una muestra por conveniencia de 5 becerras, de 6 meses de edad, de cruza europeas; las que fueron alimentadas durante 64 días con una mezcla que contenía pencas de nopal fermentadas durante 6 horas por acción de levaduras *Sacharomyces cereviceae*, en un biodigestor con capacidad de 300 kg en un horario en que la temperatura osciló entre 22 y 30°C. Durante el tiempo que duró la prueba, se ofreció el fermentado en 4 diferentes concentraciones (52.9, 58.99, 68.77 y 69.61%). La ganancia de peso diaria osciló entre 0.904 y 1.117 kg/día siendo el costo promedio por animal/día de \$16.10, a diferencia de otros suplementos proteicos con costo de \$21/animal/día; lo que resulta en un ahorro de

1 *Universidad Vizcaya de las Américas, Chihuahua, quichcastroangulo@hotmail.com

**Autor de correspondencia Centro Universitario del Norte, Universidad de Guadalajara, irma.robles@cunorte.udg.mx

***Centro Universitario de la Ciénaga, Universidad de Guadalajara noemi.rodriguez@gmail.com

\$4.90 utilizando nopal fermentado. Por los resultados obtenidos, el enriquecimiento proteico del nopal significa una opción para obtener proteína a bajo costo, existiendo incluso la posibilidad de abaratar costos implementando parcelas de nopal forrajero en diferentes predios ganaderos.

Palabras clave: bovinos de carne, nopal, enriquecimiento proteico, sustentabilidad.

INTRODUCCIÓN

Las proteínas de origen animal representa en el mercado mundial, un producto de importancia, siendo la carne de bovinos de las más significativas, es por ello que en su producción se utiliza cerca del 30% del territorio mundial, lo que corresponde a 3,900 millones de hectáreas (Bautista et al., 2020), representando para el sector agropecuario de muchos países la mayor fuente de ingresos.

Con la superficie mencionada en el párrafo anterior, en el 2020 la producción total mundial de carne de bovino fue de 60,282 (miles de toneladas), ocupando México el octavo lugar con una producción de 2,090 (miles de toneladas) (COMECARNE, 2020). Es de importancia mencionar, que a nivel nacional, Jalisco aporta los mayores ingresos en la producción de carne de bovino al acumular 17 mil 887 millones de pesos por las 240 mil toneladas de carne de res comercializadas (SIAP, 2020).

Dentro de la zona norte del estado de Jalisco, se encuentra el municipio de Villa Guerrero, donde centra este trabajo, y el cual, según datos del INEGI, a partir del año 1996 se indica que el mayor número de cabezas de ganado bovino se encontraban en este municipio, aspecto que se ha mantenido a través del tiempo, con relación al resto de los municipios que conforman la región norte ya mencionada (INEGI, 1997). Es de importancia destacar que los 10 municipios de la región norte tienen estatus zoosanitario denominado “A1”, es decir baja prevalencia de tuberculosis bovina, aspecto que permite la integración a los sistemas productivos de EUA, a través de la exportación de becerros en pie (SADER, 2021).

Además del estatus zoosanitario, conviene mencionar que el 96.9% del territorio de Villa Guerrero, Jalisco, tiene un clima semicálido semihúmedo, con una temperatura media anual de 18.3°C, siendo sus máximas y mínimas promedio entre 31.2°C y 8°C respectivamente y la precipitación media anual es de 700 mm, lo cual lo convierte en un medio apto para el desarrollo de la ganadería bovina, donde el producto principal es el becerro el pie, que se logra a través del sistema productivo “vaca-becerro”, en el cual, generalmente las vacas se

mantienen en pastoreo con forrajes nativos, con poca o nula complementación alimenticia, ya que en los sistemas extensivos más del 90% de las ganaderías los utilizan y constituyen la base principal de todos los forrajes utilizados, siendo la fuente más económica en la alimentación del ganado bovino (Jurado et al., 2021).

En este sentido en Villa Guerrero, la disponibilidad y calidad de forraje, depende de la estacionalidad ya que la producción está sujeta en su mayoría al temporal de lluvia y aunque los acuíferos que abastecen el municipio no presenta condiciones de sobreexplotación, éste carece de infraestructura de irrigación (COPLADE, 2019), por lo que en años de escasa precipitación pluvial, los pastos no culminan su desarrollo y los cultivos forrajeros que se producen de autoconsumo para el ganado como maíz, avena y cebada, se siniestran por la sequía (IIEG, 2019).

Estas condiciones desfavorables son en parte consecuencia del cambio climático, lo que, aunado al sobrepastoreo dado en los últimos años, han generado una sobreexplotación de los recursos naturales, donde cada vez son menos productivos los agostaderos, mismos que presentan la desaparición de especies forrajeras deseables y con alto valor nutricional y el establecimiento de especies indeseables con baja palatabilidad y valor nutricional, así como suelos desnudos y erosionados. Esta situación pone en riesgo tanto la sostenibilidad de la ganadería como de las familias que se dedican a la actividad ganadera.

Debido a la escasez de forraje, es obligada la suplementación alimenticia para el ganado, cuya finalidad es, por una parte abastecer la dieta pastoril con los forrajes que ellos producen y por otra equilibrar la dieta para cubrir el requerimiento de proteína, por lo que es necesario la adquisición de grano de maíz molido, soya, canola, harina de pescado, harina de sangre, entre otros suplementos, los que son de elevado costo y detiene su uso generalizado en el municipio. En cambio, los ganaderos optan por otras opciones, como la utilización de fuentes de nitrógeno no proteico que se vuelve una alternativa accesible, tal es el caso de la urea (Martínez et al., 2015) y la pollinaza, que son más económicos que las fuentes de proteína de origen vegetal y animal pero que representan un riesgo alto de intoxicación para los animales.

En este contexto se considera que las ganancias de los productores han mermado, es por ello, que la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), designó mediante un convenio al Centro Universitario del Norte, de la Universidad de Guadalajara, a través del Programa de Desarrollo Territorial (PRODETER) bovinos carne, el presente proyecto con el objetivo de diagnosticar el sistema de producción e implementar acciones a través de la transferencia de tecnología y soporte técnico, para aportar opciones que puedan mejorar las condiciones de la ganadería en el municipio. Es de utilidad mencionar que, a

esta organización, fueron integradas 29 localidades de las 61 que conforman el municipio, siendo el criterio considerado para ello que fuera de alta y muy alta marginación.

Como se ha podido observar, la alimentación animal es uno de los pilares más importantes en el rubro ganadero, por lo que se avocó a ello este proyecto, específicamente se buscó una estrategia para el abastecimiento de proteína que equilibrara la dieta animal, pero, a un menor costo y que minimice el riesgo de intoxicación en los hatos ganaderos ya que como se mencionó con anterioridad, las fuentes proteicas para una adecuada alimentación para el ganado en época de estiaje, son pocas y aunque los forrajes contienen proteína, la cantidad que aportan es insuficiente para equilibrar la dieta, dado que un forraje que se considera de buena calidad ofrece más de 15% de proteína bruta y debe presentar una digestibilidad in vitro de materia seca mayor a 70%, características que no reúnen la mayoría de los forrajes por el estado que guardan (Oliva et al., 2015).

Es así como se optó por transferir la tecnología de “ENRIQUECIMIENTO PROTEICO DEL NOPAL”, que busca suministrar la proteína en la dieta de los animales, evitando el alto costo de suplementos proteicos, autogenerando alimento con mayor contenido de proteína para el complemento de la dieta para el ganado, a un menor costo de producción, ya que se cuenta con nopal silvestre, materia prima principal para desarrollar este proceso.

MATERIALES Y MÉTODOS (O METODOLOGÍA).

La implementación de la prueba piloto de enriquecimiento proteico de nopal se llevó a cabo dentro del municipio de Villa Guerrero, localizado a 230 km al norte de Guadalajara, al norte del estado, entre las Coordenadas y los paralelos 21°51' y 22°11' de latitud norte; los meridianos 103°31' y 103°52' de longitud oeste; altitud entre 1,000 y 2,300 m.

El trabajo se realizó dentro de las instalaciones de la Asociación Ganadera Local.

Se utilizó un biodigestor con capacidad de 300 kg, y una picadora de nopal de 2 caballos de fuerza, para corriente eléctrica de 220 Volts, donde se realizan los siguientes procesos:

1. Corte de pencas.
2. Picado de pencas.
3. Mezclado u Homogenizado con aireación donde se realiza el proceso de fermentación semisólida aeróbica del nopal cortado.

4. Separación del nopal procesado en jugo y bagazo.

El proceso de enriquecimiento del nopal (*Opuntia spp.*) se realiza mediante la fermentación semisólida del nopal cortado (sustrato) con la adición de la levadura del tipo *Sacharomyces cereviceae* al (1%), Urea (0.5%) y Sulato de Amonio (0.05%) durante 6 horas (alternando 30 min. de movimiento y 30 min. de reposo programado mediante timmer). El periodo de fermentación por 6 horas permite disminuir el riesgo de la variación de la temperatura ambiente ya que está plenamente comprobado que las temperaturas arriba de 30°C y debajo de 22° C afectan el proceso de fermentación, originando que el contenido de proteína cruda se reduzca con un contenido de hasta el 17.4% y la concentración de carbohidratos no fibrosos permanezca alto (44%). Una condición ideal de temperatura es de 25 ± 3 °C, además, bajo condiciones favorables, se logra reciclar la levadura (4 litros de jugo fermentado) hasta por una semana sin disminución notoria de la proteína cruda. La levadura (jugo) una vez captado se debe mantener en refrigeración 6 o 10°C (Cocytetd et al., 2018).

Cabe destacar que el proceso de enriquecimiento de nopal se llevó a cabo por la tarde de las 16:00 a 22:00 horas, ya que, en este rango de tiempo de acuerdo con los registros de temperatura previos, era el óptimo para el desarrollo de las levaduras. En la tabla 1 se confirma que la fermentación permite el notable incremento del contenido de proteína cruda (27.5%) y la drástica disminución de carbohidratos (37.2%) al compararse con el nopal sin procesar (3.91% y 61.2%).

Tabla 1. Componentes químicos del bagazo de nopal antes y después del proceso de enriquecimiento proteico (Fermentación semisólida)

Componente	Antes	Después
Proteína (% M.S.)	3.91	27.50
Energía metabolizable mcal/kg)	2.37	2.55
Carbohidratos (% M.S.)	61.26	37.2
Minerales (% M.S.)	15.07	21.57

Componente	Antes	Después
Materia seca (%)	8.31	7.46

Fuente : Elaboración propia con datos de Transferencia de la Tecnología de enriquecimiento proteico de Nopal (*Opuntia spp*) en la región de Poanas, Durango. (PROY. CO-CyTED)*

Para llevar a cabo la prueba piloto, se seleccionaron (muestreo por conveniencia) 5 becerras de 6 meses de edad, lo anterior con la finalidad de que los resultados no fueron sesgados debido a diferencias en ganancias de peso debido a la edad y sexo de los animales; todos presentaban características fenotípicas dominantes de cruza europeas, herradas con la figura 07, registradas en la unidad de producción pecuaria (5)141157211001.

Para el proceso de recepción y manejo de animales, se adecuó el comedero bebedero con agua limpia y fresca, se verificó la humedad y funcionalidad del corral donde se mantendrá el ganado en condiciones de manejo estabulado. Los animales ingresaron el día 30 de marzo del 2020 y la práctica concluyó para este registro el día 01 de junio de 2020, por 64 días se le estuvo alimentando con nopal enriquecido.

La dieta se modificó en este periodo de tiempo 4 veces, con la finalidad inicial de adaptación que permitiera lograr mejores rendimientos tomando en cuenta el indicador de ganancia de peso, los tratamientos se conformaron como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Raciones en la dieta

5 Becerras	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4
Fecha de inicio	03/30/2020	04/13/2020	04/27/2020	05/11/2020
Fecha final	04/13/2020	04/27/2020	05/11/2020	05/25/2020
Nopal fermentado	40 kg	50 kg	75 kg	85 kg

5 Becerras	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4
Maíz molido	10 kg	12 kg	15 kg	16 kg
Rastrojo	25 kg	22 kg	18 kg	20 kg
Minerales	.250 kg	.250 kg	.300 kg	.300 kg
Grasa de sobrepaso	.250 kg	.500 kg	.750 kg	.800 kg
Total	75.50 kg	84.75 kg	109.05 kg	122.1 kg

Fuente: Elaboración propia con datos de bitácora de registro.

Cabe señalar que a mayor consumo de nopal enriquecido es menor la cantidad de agua consumida por el animal, debido a la cantidad de humedad en la dieta, considerando que el nopal tiene un 90 % de humedad. La alimentación fue proporcionada 2 veces al día, la primera a las 9:00 horas y la segunda a las 17:00 horas.

RESULTADOS

La determinación de la ganancia de peso vivo de los animales se llevó a cabo en las instalaciones de la Asociación Ganadera Local. En la tabla 3 se muestran los resultados.

Tabla 3. Registro de pesos

UPP:(5)141157211001

Figura de herrar: 07

# Arete	Peso de recepción Fecha 30/03 /2020	Peso Fecha 06 /04 2020	Peso Fecha 13/04 /2020	Peso Fecha 20/04 /2020	Peso Fecha 27/04 /2020	Peso Fecha 04/05 2020	Peso Fecha 11/05 2020	Peso Fecha 18/05 /2020	Peso Fecha 01/06 /2020	Ganancia de peso
4809	240	243	248	262	265	280	292	294	300	60
4825	245	248	250	267	275	285	297	300	312	67
4824	221	232	230	247	254	258	274	278	278	57
4814	196	200	205	214	221	228	242	246	256	60
4811	214	222	224	240	250	258	266	275	288	74

Elaboración propia con datos de bitácora de registro.

Como se puede observar, la ganancia de peso fluctúa entre .904 kg/ día/ animal, la becerro # 4824 que fue la que obtuvo menor peso y 1.117 kg/día/ animal de la becerro # 4811 siendo esta la que obtuvo mayor ganancia de peso.

A continuación, en la tabla 4, puede observarse el costo de producción para el enriquecimiento del nopal.

Tabla 4. Consideraciones económicas del proceso de enriquecimiento proteico

Enriquecimiento de nopal silvestre	Insumos para 50kg	Precio	Prorrateo costo insumo para 1 kg de nopal enriquecido	Costo por kilo de nopal enriquecido
Urea	500 gr	450/bulto	$\$450/50\text{kg}=\$9.00 / 1000\text{gr} =$ $\$.009 \times 500\text{gr} = \$4.5/50\text{kg} = .09$	1.61
Sulfato de amonio	50 gr	220/bulto	$\$220/50\text{kg}=\4.4 $\text{el kg} / 1000\text{gr} =$ $\$.0044 \times 50\text{gr} =$ $=.22/50 = .0044$ cero cuarenta y cuatro diez milésimas	
Levadura	1 paquetes	42/450 gr	$\$42/450\text{ gr} = \$.093$ $\times 225\text{gr} =$ $\$20.92/50\text{ kg} = .41$	
Acarreo de nopal	4 lt	19/litro	$76/500 = .15$	
Luz	6 amperes	1.3/amper	$8/50 = .16$	
Mano de obra	94 minutos	250/día	$\$250/8\text{hr} = \31.25 $\text{hr} / 60\text{ min.} = .52/$ $\text{min} \times 77\text{min.} = 40.04/$ $50\text{ kg} = .80\text{centavos}$	
Total			$.09 + .0044 + .41 + .15 + .16 + .80 = 1.61$	

Fuente: Elaboración propia con datos de bitácora de registro.

Para realizar el enriquecimiento proteico del nopal se adquirió un saco de urea de 50 kg, a \$ 450.00 quedando a 9 pesos kg, utilizándose únicamente 500 gramos para enriquecer 50 kg de nopal a un costo de \$ 4.50, esta cantidad se divide entre los 50 kg de nopal que se logra enriquecer quedaría a \$.09 el costo de urea para enriquecer 1 kg de nopal.

El precio del sulfato de amonio es de \$ 220.00 el bulto de 50 kg, quedando a \$ 4.40 el kg y el gramo a \$.0044, para el enriquecimiento de 50 kg de nopal se requiere 50 gr, por lo que se gastaría \$.0044 para 1 kg.

La levadura se consiguió a \$ 42.00 el paquete, para enriquecer 50 kg de nopal, se utiliza medio paquete o 225 gr, invirtiéndose \$ 21.00, por ende el costo para 1 kg de nopal enriquecido es de \$.41.

Para el acarreo de nopal se invirtieron por medio de este programa la cantidad de \$ 76.00 por viaje, con los que se acarrió el nopal que por lo general duraba una semana, con un costo de combustible de \$.15 por kilo.

La luz es otro insumo que se debe considerar, según URUZA UACH-2018, el voltaje con 220 Volts registró un consumo menor a los 6 amper, por día, con un costo de \$8.00 /día y para 1 kilo de nopal enriquecido de \$.16.

La mano de obra es otro factor importante que se tomó en cuenta en esta prueba, para poder asignarle un costo, se tomaron en cuenta las actividades que se realizan y el tiempo que absorben, se concretó que para poner en marcha el biodigestor se requiere diariamente 1 hora, durante ese tiempo se realiza el picado del nopal, se le agrega los ingredientes a la fórmula y se programa el timer para dejar trabajando durante 6 horas la maquinaria. Otra actividad es el acarreo de nopal que se realiza 1 vez por semana invirtiéndose en este caso 2 horas, que prorrateado en los 7 días de la semana, tocan 17 minutos por día, este dato sumado a lo anterior dan un total de 77 minutos invertidos al día, 1 hora 17 minutos, a los que se asignó un costo al día de \$.80 por cada kg de nopal enriquecido.

DISCUSIÓN

Según URUZA UACH-2018, un kilo de nopal procesado en promedio equivale en peso seco a 100 gr, y puede ser proporcionado en dosis de 2.0 kg para ganado mayor, en esta práctica se proporcionó en promedio un kilo de nopal en peso seco/animal/día, (10 kg en fresco), por lo que tomando en cuenta el costeo anterior, el nopal enriquecido que provee de un 27 % proteína a la ración suministrada, tiene un costo de \$ 16.1 por animal/día, a diferencia del concentrado para bovino con un aporte del 12 % de proteína, cuyo precio es de \$280.00 el bulto de 40 kg, que prorrateado por kg queda en \$ 7.00 y tomando en

cuenta que se requiere de más cantidad para equilibrar la dieta, por su menor aporte de proteína, se utilizarían en promedio 3 kg/animal/día, generando su uso, un costo de \$21.00/animal/día, por tal se concluye que el uso de proteína adquirida a través del enriquecimiento proteico del nopal genera un ahorro de \$ 4.90/día/animal.

Bajo los resultados anteriormente expuestos, cabe mencionar que para el abasto de nopal para esta prueba piloto, se utilizó nopal silvestre, es importante señalar que durante el primer mes se estuvo cortando nopal silvestre de un agostadero, que se ubica a 9 kilómetros de distancia aproximadamente de los corrales de la ganadera, luego se tuvo que traer de otro agostadero ubicado a 18 kilómetros de distancia, lo que generó más costos en combustible, por lo que se recomienda su cultivo, ya que la aplicación de esta tecnología con nopal cultivado en espacios estratégicos representara un ahorro y asegurara el abastecimiento de la materia prima principal.

CONCLUSIÓN

En Villa Guerrero, Jalisco, la escasez de agua y alimentos para el ganado bovino, son las problemáticas principales que impactan negativamente la rentabilidad y sostenibilidad de la actividad ganadería, por lo que el cultivo de especies que se adaptan al estrés hídrico, como el nopal, son opciones de materias primas que se pueden producir de forma sustentable y que integradas a innovaciones tecnológicas pueden encauzar a la ganadería del municipio de Villa Guerrero a la sostenibilidad.

Por los resultados obtenidos se considera que la estrategia del enriquecimiento proteico del nopal, puede ser una opción posible para la adquisición de proteína a bajo costo, que cubra los requerimientos de la dieta animal.

REFERENCIAS

- Bautista, M., Bonales, J., & Val, D. (2020). Dinámicas en la cadena de bovinos productores de carne mexicana en el siglo XXI. *Factores Críticos Y Estratégicos En La Interacción Territorial Desafíos Actuales Y Escenarios Futuros, I*, 730–750. <http://ru.iiec.unam.mx/5080/1/2-007-Bautista-Bonales-Val.pdf>
- Cocytel, P., Arriaga, E., Salazar, J. O., Herrera, C. M., & Bautista, C. H. (2018). *Transferencia de la Tecnología de Enriquecimiento proteico de Nopal (Opuntia spp) en la región de Poanas , Durango . Que el productor y / o Ganadero identifique las labores básicas para la producción y manejo en campo de nopal cultivado para forraje , a. 2–7.*

- COMECARNE. (2020). Compendio estadístico 2021. *Consejo Mexicano de La Carne*. <https://comecarne.org/>
- COPLADE. (2019). *Plan Regional de desarrollo 2030, Región 01 Norte*. https://transparenciafiscal.jalisco.gob.mx/sites/default/files/plan_de_desarrollo_region_01_norte_vp1.pdf
- IIEG. (2019). *Norte Diagnóstico de la Región*. 1–51. <https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2019/12/01-Norte-Diagnostico-1.pdf>
- INEGI. (1997). *Inventario Ganadero 1996*. Anuario Estadístico Del Estado de Jalisco. <http://sigajalisco.gob.mx/moet/SubsistemaProductivo/Pecuario/Anexo/inven96.htm>
- Jurado, G. P., Velazquez, M. M., Sánchez, G. R. A., Álvarez, H. A., Domínguez, M. P. A., Gutierrez, L. R., Garza, C. R. D., Luna, L. M., & Chávez, R. M. G. (2021). *Estatus actual, retos y perspectivas Introducción*. *Revista Mexicana Ciencias Pecuarias*, 261–285. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5875>
- Martínez, F., Pedro, S., Domínguez, I. A., Luis Bórquez, J., & Gonzalez, M. (2015). The effect of feeding fresh swine manure, poultry waste, urea, molasses and bakery by-products ensiled for lambs. *Agrociencia*, 52(3). <https://doi.org/10.1007/s40093-015-0106-2>
- Mejía, J., & Mejía, I. (2007). Nutrición Proteica de Bovinos Productores de Carne en Pastoreo. *Acta Universitaria*, 17: 45–54. <http://www.redalyc.org/pdf/416/41617206.pdf>
- Ríos Ramos, J., & Quintana M., V. (2004). *Manual del Participante. Manejo general del cultivo del nopal*. Colegio de Postgraduados. Secretaría de la Reforma Agraria. 1–81.
- Robles. (2008). *Alternativas para sostener su ganado en épocas críticas, II Parte - Engor-mix*. 2008. c
- SADER. (2021). *Ganado de Región Norte mantiene estatus sanitario satisfactorio | Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural*. 2021. <https://sader.jalisco.gob.mx/prensa/noticia/3543>
- SIAP. (2020). *Panorama agroalimentario 2020*. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) Ciudad de México. <https://www.inforural.com.mx/wp-content/uploads/2020/11/Atlas-Agroalimentario-2020.pdf>
- Van, L. E., & Regueiro, M. (2008). *Animal y Pasturas Digestión En Reticulo-Rumen*. *Libro*, 30. <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/AFA/TEORICOS/Repartido-Digestion-en-Reticulo-Rumen.pdf>
- Biodiversidad mexicana. (2021). *Nopales* <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/nopales> Acceso 29/6/2022