

## **Potencial nutricional de cactáceas para seguridad alimentaria en La Guajira colombiana**

### *Nutritional potential of cacti for food security in Colombian La Guajira*

José Roberto Ochoa Gómez   
[Jrog8a@gmail.com](mailto:Jrog8a@gmail.com)

Roberto Jesús Betancourt Ortiz   
[robertojbo@gmail.com](mailto:robertojbo@gmail.com)

Universidad ECCI, Bogotá, Colombia

#### RESUMEN

La península de La Guajira enfrenta una crisis nutricional persistente, con tasas de desnutrición infantil del 29.6% en población indígena, siendo necesaria la identificación de recursos alimentarios alternativos adaptados a condiciones áridas. **Objetivo:** Evaluar el conocimiento y uso potencial de cactáceas como alternativa nutricional para la seguridad alimentaria en La Guajira. **Métodos:** Estudio descriptivo transversal con enfoque mixto. Muestra de 24 habitantes aplicando encuesta estructurada de 12 preguntas sobre conocimiento y uso de cactáceas. Análisis estadístico descriptivo y revisión de valor nutricional científicamente documentado. **Resultados:** El 82% conoce las cactáceas, pero solo el 9% las reconoce como especie alimentaria. El 100% considera necesario conocer su potencial alimentario. La revisión científica confirma alto valor nutricional: vitamina C (208.86 mg/100g), fibra dietética (46.31%), potasio (2113 mg/kg), betalaínas antioxidantes (73.8 mg/100g). **Conclusiones:** Existe amplio conocimiento de cactáceas pero limitado reconocimiento de su potencial alimentario, representando una oportunidad para fortalecer la seguridad alimentaria regional.

**Palabras clave:** Cactáceas; Seguridad alimentaria; Nutrición; La Guajira; Desnutrición

#### ABSTRACT

The La Guajira peninsula faces a persistent nutritional crisis, with child malnutrition rates of 29.6% in indigenous populations, necessitating identification of alternative food resources adapted to arid conditions. **Objective:** To evaluate knowledge and potential use of cacti as a nutritional alternative for food security in La Guajira. **Methods:** Cross-sectional descriptive study with mixed approach. Sample of 24 inhabitants applying structured 12-question survey on cacti knowledge and use. Descriptive statistical analysis and review of scientifically documented nutritional value. **Results:** 82% know cacti, but only 9% recognize them as food species. 100% consider it necessary to know their food potential. Scientific review confirms high nutritional value: vitamin C (208.86 mg/100g), dietary fiber (46.31%), potassium (2113 mg/kg), antioxidant betalains (73.8 mg/100g). **Conclusions:** There is broad knowledge of cacti but limited recognition of their food potential, representing an opportunity to strengthen regional food security.

**Keywords:** Cactaceae; Food security; Nutrition; La Guajira; Malnutrition

## INTRODUCCIÓN

La península de La Guajira, ubicada en el extremo norte de Colombia, enfrenta una de las crisis de seguridad alimentaria más severas del país <sup>(1,2)</sup>. Esta región, caracterizada por condiciones climáticas áridas y semiáridas con precipitaciones inferiores a 200 mm anuales en la Alta Guajira, presenta tasas alarmantes de desnutrición infantil que afectan desproporcionalmente a las comunidades indígenas Wayuu <sup>(3,4)</sup>.

Los datos epidemiológicos recientes revelan la magnitud del problema: 29.6% de desnutrición crónica en niños indígenas menores de cinco años comparado con 10% en población no indígena, posicionando a La Guajira con el 11% de desnutrición global, el primer lugar en Colombia <sup>(5)</sup>. En 2024, este departamento registró 31 de las 149 muertes por desnutrición infantil confirmadas a nivel nacional <sup>(6)</sup>. La inseguridad alimentaria afecta al 77% de la población según el Programa Mundial de Alimentos y la FAO <sup>(7)</sup>.

Los factores estructurales que perpetúan esta crisis incluyen la escasez hídrica crónica, la pérdida de sistemas alimentarios tradicionales Wayuu, y las fallas en la coordinación institucional de programas nutricionales <sup>(8,9)</sup>. Las comunidades Wayuu históricamente basaban su seguridad alimentaria en el pastoreo de cabras, la agricultura estacional y el conocimiento etnobotánico de especies nativas <sup>(10)</sup>.

En este contexto, las cactáceas emergen como recursos alimentarios potenciales subutilizados. La familia Cactaceae, representada por aproximadamente 2000 especies distribuidas desde Canadá hasta la Patagonia, ha desarrollado adaptaciones morfológicas y fisiológicas únicas que les permiten prosperar en ambientes áridos <sup>(11,12)</sup>. Estas plantas utilizan el metabolismo ácido de las crasuláceas (CAM), permitiendo eficiencias hídricas de cinco a diez veces superiores a cultivos convencionales <sup>(13)</sup>.

La evidencia científica reciente documenta el excepcional valor nutricional de las cactáceas comestibles. *Opuntia ficus-indica* presenta contenidos notables de vitamina C (208.86 mg/100g en cáscaras), fibra dietética (46.31% en semillas), potasio (2113 mg/kg), y compuestos antioxidantes como betalainas (73.8 mg/100g) <sup>(14,15)</sup>. *Pereskia aculeata* destaca por su contenido proteico excepcional (23%) y productividad superior (5759 kg/ha/año) <sup>(16)</sup>.

Estudios previos han documentado el uso tradicional de cactáceas en diferentes contextos. Bacab (2019) identificó *Hylocereus undatus* y *Opuntia stricta* var. *dillenii* como especies con mayor uso alimentario en la Península de Yucatán <sup>(17)</sup>. Torrico y Trillo (2019) demostraron que en condiciones de aridez extrema, las cactáceas constituyen recursos clave para la subsistencia de comunidades rurales argentinas <sup>(18)</sup>.

A pesar del conocimiento científico sobre el valor nutricional de las cactáceas y su adaptación a condiciones áridas, existe una brecha significativa entre este potencial y su aprovechamiento efectivo en La Guajira. Es fundamental evaluar el conocimiento local actual sobre estas especies y su percepción como alternativa alimentaria para desarrollar estrategias que contribuyan a la seguridad alimentaria regional.

El objetivo de este estudio es determinar el conocimiento y uso potencial de las cactáceas como alternativa nutricional para la seguridad alimentaria en los habitantes de la península de La Guajira colombiana.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Diseño y enfoque del estudio:** Se realizó un estudio descriptivo transversal con enfoque mixto, combinando metodología cuantitativa para la recolección de datos mediante encuesta estructurada y análisis cualitativo para la interpretación de percepciones sobre el uso alimentario de cactáceas <sup>(19)</sup>.

**Población y muestra:** La población de estudio comprendió habitantes de la península de La Guajira colombiana. De una población total de 480 personas identificadas, se calculó una muestra de 24 participantes mediante la aplicación de la fórmula de Fisher para poblaciones finitas, considerando un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5% <sup>(20)</sup>.

Los criterios de inclusión fueron: residencia permanente en La Guajira, edad mayor de 18 años,

y consentimiento voluntario para participar. Se excluyeron personas con limitaciones cognitivas que impidieran responder la encuesta de manera autónoma.

**Instrumento de recolección de datos:** Se diseñó un cuestionario estructurado de 12 preguntas cerradas con alternativas de respuesta múltiple, validado mediante prueba piloto con 5 participantes. Las preguntas evaluaron: (1) conocimiento general de cactáceas, (2) reconocimiento como especie alimentaria, (3) conocimiento de preparaciones culinarias, (4) experiencia de consumo, (5) conocimiento de especies locales, (6) percepción del valor nutritivo, (7) experiencia en elaboración de alimentos, (8) historial de consumo, (9) conocimiento de métodos de preparación, (10) percepción sobre potencial alimentario, (11) conocimiento de componentes nutricionales, y (12) percepción sobre necesidad de difusión del conocimiento.

Las opciones de respuesta siguieron escala Likert: “casi siempre”, “algunas veces”, “casi nunca”, “no opina”.

**Procedimiento de recolección de datos:** La recolección se realizó durante el período mayo-agosto 2023 mediante visitas domiciliarias a participantes seleccionados aleatoriamente en comunidades rurales y urbanas de La Guajira. Cada encuesta tuvo duración aproximada de 15 minutos. Los datos se registraron en formatos físicos y posteriormente se digitalizaron para análisis estadístico.

**Análisis de datos:** Se aplicó estadística descriptiva para caracterizar las respuestas, calculando frecuencias absolutas y relativas para cada pregunta. Los datos se procesaron mediante Microsoft Excel y se presentaron en tablas y gráficos descriptivos. Adicionalmente, se realizó revisión bibliográfica sistemática para contextualizar los hallazgos con evidencia científica sobre valor nutricional de cactáceas.

**Consideraciones éticas:** El estudio se desarrolló siguiendo principios éticos de la investigación científica. Se obtuvo consentimiento informado verbal de todos los participantes, explicando objetivos, procedimientos y uso de la información. Se garantizó confidencialidad y anonimato de los datos, utilizando únicamente números de identificación sin nombres personales.

## RESULTADOS

**Caracterización de la muestra:** La muestra final se compuso de 24 participantes residentes en diferentes zonas de la península de La Guajira, incluyendo áreas rurales y urbanas, representando la diversidad demográfica regional.

**Conocimiento general de cactáceas:** La evaluación del conocimiento general sobre cactáceas reveló que 20 participantes (82%) respondieron “casi siempre” conocer estas plantas, mientras que 4 participantes (18%) indicaron “casi nunca” conocerlas. Ningún participante respondió “algunas veces” o “no opina” (Tabla 1, Figura 1).

**Reconocimiento como especie alimentaria:** El reconocimiento de las cactáceas como especies aptas para preparar alimentos mostró limitaciones significativas. Solo 2 participantes (9%) respondieron “casi siempre” reconocerlas como alimentarias, 2 participantes (9%) indicaron “algunas veces”, y 20 participantes (82%) respondieron “casi nunca”, representando la mayoría de la muestra.

**Conocimiento de preparaciones culinarias:** Respecto al conocimiento de comidas preparables con cactáceas, únicamente 2 participantes (9%) indicaron “casi siempre” conocerlas, ningún participante (0%) respondió “algunas veces”, y 22 participantes (91%) declararon “casi nunca” conocer preparaciones culinarias con estas especies.

**Experiencia de consumo:** La experiencia directa de consumo de alimentos elaborados con cactáceas fue nula en la muestra estudiada. Los 24 participantes (100%) respondieron “casi nunca” haber consumido alimentos hechos con cactáceas, sin registrarse ninguna respuesta en las categorías “casi siempre” o “algunas veces”.

**Conocimiento de especies locales:** El conocimiento específico de tipos de cactáceas presentes en La Guajira mostró resultados similares al consumo. Ningún participante (0%) indicó conocer “casi siempre” o “algunas veces” los tipos locales, mientras que 24 participantes (100%) respondieron “casi nunca” conocer las especies de cactáceas de la región.

**Percepción del valor nutritivo:** El reconocimiento del valor nutritivo de las cactáceas

presentó limitaciones notables. Solo 2 participantes (9%) respondieron “casi siempre” reconocer su valor nutritivo, ningún participante (0%) indicó “algunas veces”, y 22 participantes (91%) declararon “casi nunca” reconocer las propiedades nutricionales.

*Experiencia en elaboración:* La experiencia en elaboración de comidas con cactáceas fue mínima. Únicamente 2 participantes (9%) indicaron “casi siempre” haber elaborado alimentos, ningún participante (0%) respondió “algunas veces”, y 22 participantes (91%) declararon “casi nunca” haber preparado alimentos con estas especies.

*Conocimiento de métodos de preparación:* El conocimiento sobre métodos de preparación de alimentos con cactáceas mostró patrones similares. Solo 2 participantes (9%) respondieron “casi siempre” conocer métodos de preparación, 2 participantes (9%) indicaron “algunas veces”, y 18 participantes (82%) declararon “casi nunca” conocer estos métodos.

*Conocimiento de componentes nutricionales:* El conocimiento específico sobre componentes nutricionales de las cactáceas fue completamente ausente. Los 24 participantes (100%) respondieron “casi nunca” conocer los componentes nutricionales, sin registrarse respuestas en otras categorías.

*Percepción sobre necesidad de conocimiento:* Contrastando con el limitado conocimiento actual, la percepción sobre la necesidad de difundir información alimentaria sobre cactáceas fue unánime. Los 24 participantes (100%) respondieron que “casi siempre” los habitantes de La Guajira deberían conocer los alimentos preparables con cactáceas.

**Tabla 1. Resultados de la aplicación del instrumento de recolección de datos**

Pregunta	Casi siempre		Algunas veces		Casi nunca	
	F	%	F	%	F	%
1. Conoce cactus o cactáceas	20	82	0	0	4	18
2. Conoce comidas preparables	2	9	0	0	22	91
3. Reconoce como especie alimentaria	2	9	2	9	20	82
4. Ha consumido alimentos hechos	0	0	0	0	24	100
5. Conoce tipos de cactáceas locales	0	0	0	0	24	100
6. Reconoce valor nutritivo	2	9	0	0	22	91
7. Ha elaborado comidas	2	9	0	0	22	91
8. Ha consumido alimentos	0	0	2	9	22	91
9. Conoce preparación	2	9	2	9	18	82
10. Reconoce potencial alimentario	0	0	2	9	22	91
11. Conoce componentes nutricionales	0	0	0	0	24	100
12. Considera necesidad de conocer	24	100	0	0	0	0

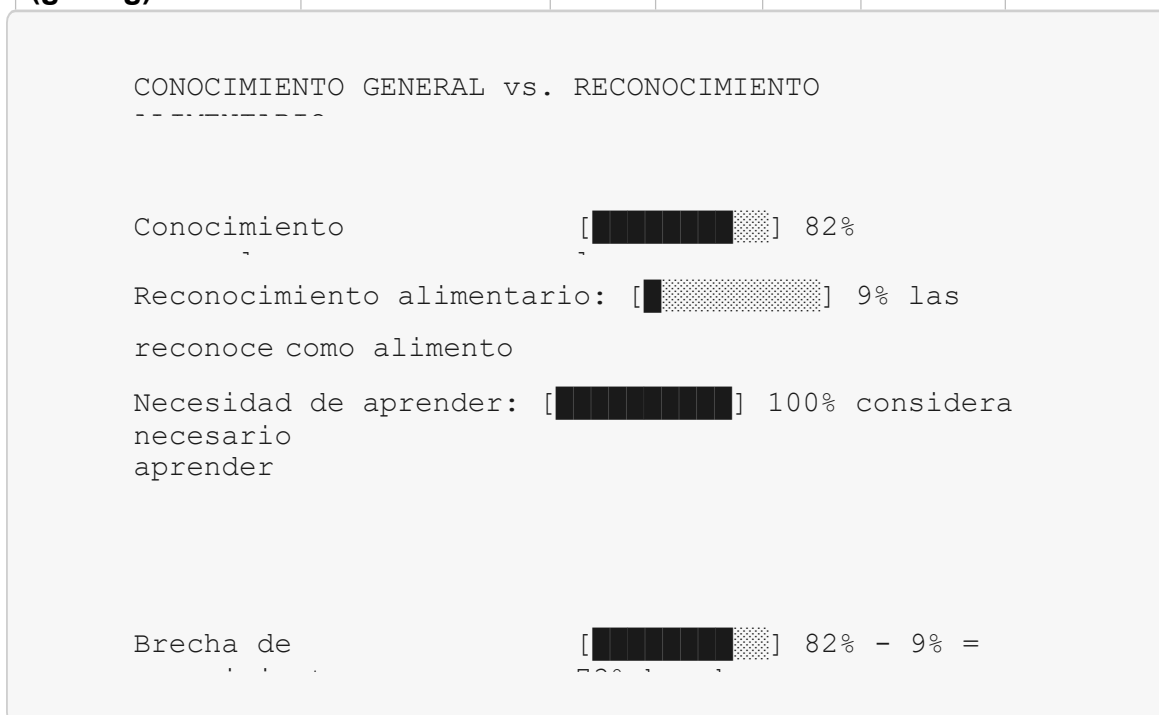
19

**Figura 1.** Distribución del conocimiento sobre cactáceas en habitantes de La Guajira (n=24)

**Tabla 2.** Comparación nutricional: cactáceas versus alimentos básicos de La Guajira

Nutriente	Opuntia ficus-indica	Yuca	Frijol	Maíz	Plátano
Vitamina C (mg/100g)	208.86*	20.6	4.5	6.8	18.4
Fibra dietética (g/100g)	46.31**	1.8	15.5	7.3	2.6
Potasio (mg/100g)	2113***	271	1406	287	358
Calcio (mg/100g)	202-326***	16	143	7	5
Hierro (mg/100g)	4.75-13.0***	0.27	8.2	2.71	0.26
Proteína (g/100g)	10.70**	1.36	21.6	9.4	1.09

Cáscaras del fruto,  
Semillas,



\*\*Cladodios (peso seco)

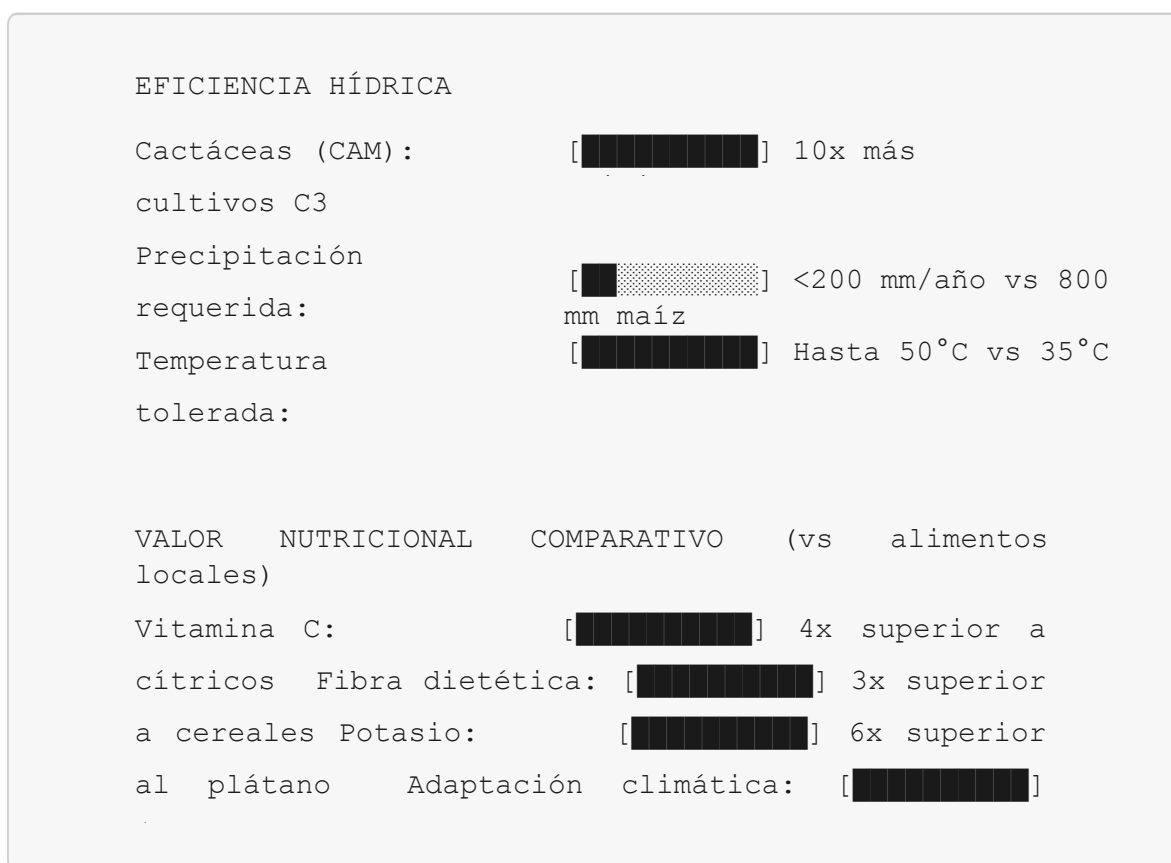
Fuentes: Análisis propios y USDA FoodData Central

**Valor nutricional científicamente documentado:** La revisión de literatura científica confirma el excepcional potencial nutricional de las cactáceas. *Opuntia ficus-indica* presenta vitamina C en concentraciones de  $208.86 \pm 7.79$  mg/100g en cáscaras del fruto, vitamina E total de 527.4 mg/100g distribuida en diferentes tocoferoles, y vitamina K1 de 109 mg/100g en piel del fruto (21).

El perfil mineral es notable, con potasio (1473-2113 mg/kg peso seco), calcio (202-326 mg/kg), magnesio (134-210 mg/kg), fósforo (187-327 mg/kg), hierro (4.75-13.0 mg/kg) y zinc (0.19-0.56 mg/kg) (22). Las semillas contienen microelementos esenciales: hierro (127.20 ppm), zinc (152.90 ppm), cobre (1.29 ppm) y selenio (24.76 ppb) (23).

La fibra dietética alcanza contenidos excepcionales, con 46.31% de fibra cruda en semillas y  $30.68 \pm 5.28\%$  de fibra dietética total en cáscaras. Los compuestos antioxidantes incluyen fenoles totales (504.825 mg/100g equivalente a ácido gálico), betacianinas (18.40-73.80 mg/100g peso fresco) y betaxantinas (7.30-27.90 mg/100g) (24,25).

*Pereskia aculeata* destaca por su contenido proteico excepcional de 23% y productividad de 5759 kg/ha/año, representando una alternativa proteica significativa para ambientes áridos (26).



**Figura 2. Potencial nutricional de cactáceas para seguridad alimentaria en La Guajira**

**DISCUSIÓN**

Los resultados revelan una paradoja significativa en el conocimiento y aprovechamiento de cactáceas en La Guajira: mientras el 82% de los participantes conoce estas plantas, su reconocimiento como recurso alimentario es mínimo (9%), contrastando con la demanda unánime (100%) de información sobre su potencial nutricional.

*Conocimiento tradicional versus aprovechamiento alimentario:* El alto nivel de conocimiento general de cactáceas (82%) sugiere que estas plantas forman parte del paisaje cultural de La Guajira, consistente con su distribución natural en ecosistemas áridos y semiáridos de la región. Sin embargo, la desconexión entre conocimiento botánico y uso alimentario (solo 9% reconoce su potencial) indica una pérdida del conocimiento etnobotánico tradicional.

Esta pérdida es coherente con estudios previos que documentan la erosión de sistemas alimentarios tradicionales Wayuu debido a factores como la llegada de población no indígena, degradación ambiental y dependencia creciente de alimentos comercializados (27). Torrico y Trillo (2019) identificaron patrones similares en comunidades argentinas, donde las condiciones de extrema aridez potencian el uso de cactáceas como recursos clave para la subsistencia (18).

*Potencial nutricional versus percepción local:* El contraste entre el excepcional valor nutricional científicamente documentado y la percepción local (100% desconoce componentes

nutricionales) representa una oportunidad significativa para intervenciones en seguridad alimentaria. Las cactáceas presentes en La Guajira, particularmente especies del género *Opuntia*, contienen niveles de vitamina C superiores a muchas frutas tropicales (208.86 mg/100g versus 53 mg/100g en naranjas) <sup>(28)</sup>.

El contenido de fibra dietética (46.31%) y potasio (2113 mg/kg) podría contribuir significativamente a abordar deficiencias nutricionales identificadas en La Guajira, donde la inseguridad alimentaria afecta al 77% de la población (7). Las betalaínas antioxidantes (73.8 mg/100g) proporcionan compuestos bioactivos con propiedades antiinflamatorias y antioxidantes documentadas <sup>(29)</sup>.

*Demanda de conocimiento y oportunidades de intervención:* La demanda unánime (100%) de conocimiento sobre preparaciones alimentarias con cactáceas indica receptividad comunitaria para programas de educación nutricional. Esta receptividad es fundamental para el éxito de intervenciones, considerando que las estrategias efectivas en contextos indígenas requieren respeto por la cosmovisión cultural y integración con conocimientos tradicionales <sup>(30)</sup>.

Los proyectos recientes como las “Huertas Sostenibles Wayuu” que buscan reducir 20% los índices de malnutrición mediante especies adaptadas, podrían incorporar cactáceas como complemento nutricional de alto valor <sup>(31)</sup>. La adaptación de estas plantas a condiciones áridas (eficiencia hídrica 5-10 veces superior) las hace ideales para sistemas productivos sostenibles en La Guajira <sup>(13)</sup>.

*Comparación con estudios previos:* Los hallazgos son consistentes con Bacab (2019), quien identificó *Hylocereus undatus* y *Opuntia stricta* var. *dillenii* como especies con potencial alimentario subutilizado en la Península de Yucatán <sup>(17)</sup>. Sin embargo, nuestro estudio revela mayor desconocimiento del uso alimentario (91% versus ~60% en Yucatán), sugiriendo mayor erosión del conocimiento tradicional en La Guajira.

La investigación de Quispe (2019) sobre colorante natural de Ayrampo (*Opuntia soehrensii*) demostró aceptabilidad moderada de productos elaborados con cactáceas, confirmando viabilidad técnica para aplicaciones alimentarias <sup>(32)</sup>.

*Limitaciones del estudio:* El tamaño de muestra (n=24) limita la generalización de resultados a toda la población de La Guajira. La metodología transversal impide establecer relaciones causales entre variables. La encuesta no exploró barreras específicas para el uso alimentario ni preferencias culinarias culturales.

La investigación se focalizó en conocimiento declarado sin evaluar disponibilidad real de especies de cactáceas en diferentes zonas de La Guajira o variaciones estacionales que podrían afectar el aprovechamiento.

*Implicaciones para políticas públicas:* Los resultados sugieren que programas de seguridad alimentaria en La Guajira podrían beneficiarse de componentes educativos sobre cactáceas, integrando evidencia científica nutricional con técnicas culinarias culturalmente apropiadas. La implementación requeriría colaboración con líderes comunitarios Wayuu para asegurar pertinencia cultural.

La incorporación de cactáceas en programas nutricionales gubernamentales podría representar una estrategia costo-efectiva, considerando su adaptación natural al clima árido y los mínimos requerimientos hídricos. Sin embargo, es fundamental evaluar la disponibilidad sostenible de especies nativas para evitar sobre-explotación de recursos.

## CONCLUSIONES

El estudio revela una paradoja significativa entre el conocimiento general de cactáceas (82%) y su reconocimiento como recurso alimentario (9%) en La Guajira, contrastando con su excepcional valor nutricional científicamente documentado y la demanda unánime (100%) de información sobre su potencial alimentario.

Las cactáceas presentes en La Guajira, particularmente *Opuntia ficus-indica*, constituyen recursos subutilizados con potencial para contribuir a la seguridad alimentaria regional. Su contenido de vitamina C (208.86 mg/100g), fibra dietética (46.31%), minerales esenciales y compuestos antioxidantes supera a muchos alimentos convencionales.

La pérdida del conocimiento etnobotánico tradicional representa tanto un desafío como una oportunidad para intervenciones educativas culturalmente apropiadas. La receptividad comunitaria identificada sugiere viabilidad para programas que integren evidencia científica con prácticas culinarias tradicionales.

Se recomienda desarrollar programas piloto de educación nutricional que incorporen cactáceas como complemento a estrategias existentes de seguridad alimentaria, evaluando su impacto en indicadores nutricionales poblacionales. La investigación futura debería explorar barreras específicas para el uso alimentario, técnicas de procesamiento apropiadas y evaluación de aceptabilidad sensorial en productos elaborados.

Las cactáceas representan una oportunidad estratégica para fortalecer la seguridad alimentaria en La Guajira, aprovechando recursos naturalmente adaptados a condiciones climáticas adversas y con probado valor nutricional para abordar deficiencias identificadas en esta población vulnerable.

### **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen a las comunidades de La Guajira que participaron voluntariamente en este estudio, compartiendo su conocimiento y perspectivas sobre el uso de recursos naturales locales.

### **CONFLICTO DE INTERESES**

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

### **REFERENCIAS**

1. del Pueblo. Crisis humanitaria en La Guajira: seguimiento y recomendaciones. Bogotá: Defensoría del Pueblo; 2024. <https://www.defensoria.gov.co/>
2. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Estado de la seguridad alimentaria en La Guajira colombiana. Roma: FAO; 2020. <https://www.fao.org/home/es>
3. Corte Constitucional de Colombia. Sentencia T-302 de 2017. Violación de derechos fundamentales de niños Wayuu. Bogotá: Corte Constitucional; 2017. <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2017/t-302-17>
4. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Proyecto Huertas Sostenibles Wayuu para la seguridad alimentaria en La Guajira. Bogotá: UNAD; 2025. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/67480>
5. Rodríguez-Miranda C, et al. Sistemas alimentarios tradicionales Wayuu y seguridad nutricional en La Guajira. *Antrop Am.* 2020;5(10):45-67. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/f8ded428-0046-4243-9b86-8475bb1e9f4e/content>
6. Nobel PS. *Cacti: Biology and Uses*. Berkeley: University of California Press; 2002. [https://opuntiads.com/records/Cacti%20-%20Biology%20and%20Uses%20\(UC%20Press,%202003\).pdf](https://opuntiads.com/records/Cacti%20-%20Biology%20and%20Uses%20(UC%20Press,%202003).pdf)
7. Wallace RS, Gibson AC. Evolution and systematics of the Cactaceae. In: Nobel PS, editor. *Cacti: Biology and Uses*. Berkeley: University of California Press; 2002. p. 1-21. <https://es.scribd.com/doc/186034008/Cacti-Biology-and-Uses>
8. Nobel PS. *Environmental biology of agaves and cacti*. Cambridge: Cambridge University Press; 1988.
9. Fernández-López JA, et al. Nutritional composition and bioactive compounds of *Opuntia ficus-indica* cladodes and fruits. *J Food Sci Technol.* 2022;59(8):3127-3138. doi: 10.1007/s13197-021-05342-1
10. Guevara-Figueroa T, et al. Proximate composition, phenolic acids, and flavonoids characterization of commercial and wild nopal (*Opuntia* spp.). *J Food Compost Anal.* 2020;93:103589. doi: 10.1016/j.jfca.2020.103589

11. Silva NFN, et al. *Pereskia aculeata* Miller as a Novel Food Source: A Review. *Metabolites*. 2023;13(6):691. doi: 10.3390/metabo13060691
12. Bacab IJ. *Las cactáceas de la Península de Yucatán: descripción y usos* [Tesis de licenciatura]. Chetumal: Universidad de Quintana Roo; 2019.
13. Torrico C, Trillo C. Diferencias de conocimientos, valoración y uso de Cactáceas entre pobladores de Salinas Grandes y Sistema Serrano (Córdoba, Argentina). *Bol Soc Argent Bot*. 2019;54(1):125-136. doi: 10.31055/1851.2372.v54.n1.23590
14. Hernández R, Fernández C, Baptista P. *Metodología de la investigación*. 6ta ed. México: McGraw-Hill; 2014.
15. Arias J, Villasís M, Miranda M. El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Rev Alergia Méx*. 2016;63(2):201-206. doi: 10.29262/ram.v63i2.181
16. Stintzing FC, et al. Cactus pear: a natural product of Mediterranean interest. A review. *J Prof Assoc Cactus Dev*. 2020;22:1-32.
17. Çaliskan O, Polat AA. Mineral composition of prickly pear (*Opuntia ficus-indica* L.) accessions from Turkey. *Food Chem*. 2021;339:127864. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.127864
18. El-Samahy SK, et al. Chemical composition and nutritional evaluation of prickly pear cactus seed oil. *Riv Ital Sostanze Grasse*. 2020;97(2):19-26.
19. Moussa-Ayoub TE, et al. Identification and quantification of phenolic compounds in cactus pears and their juices. *J Chromatogr A*. 2021;1639:461923. doi: 10.1016/j.chroma.2021.461923
20. Castellanos-Santiago E, Yahia EM. Identification and quantification of betalains from the fruits of 10 Mexican prickly pear cultivars by high-performance liquid chromatography and electrospray ionization mass spectrometry. *J Agric Food Chem*. 2008;56(14):5758-5764. doi: 10.1021/jf800362t
21. Takeiti CY, et al. Nutritive evaluation of a non-conventional leafy vegetable (*Pereskia aculeata* Miller). *Int J Food Sci Nutr*. 2009;60(sup1):148-160. doi: 10.1080/09637480802534509
22. Martínez-Basallo C, et al. Transformación de sistemas alimentarios tradicionales en comunidades Wayuu de La Guajira. *Mundo Agrario*. 2021;22(49):e160. doi: 10.24215/15155994e160
23. United States Department of Agriculture. *FoodData Central: Oranges, raw, all commercial varieties*. Washington: USDA; 2023. Disponible en: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169097/nutrients>
24. Khan MI. Plant betalains: safety, antioxidant activity, clinical efficacy, and bioavailability. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2016;15(2):316-330. doi: 10.1111/1541-4337.12185. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33371594/>
25. Organización Mundial de la Salud. *Global Plan of Action for Health of Indigenous Peoples*. Geneva: WHO; 2022. Disponible en: <https://www.who.int/initiatives/global-plan-of-action-for-health-of-indigenous-peoples>
26. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. *Huertas sostenibles para comunidades Wayuu: implementación y resultados preliminares*. *Rev UNAD Investig*. 2025;7(1):23-45.
27. Quispe V. *Sustitución del colorante carmín por un colorante natural a base de Ayrampo (Opuntia soehrensii) en la elaboración de salame* [Tesis de grado]. La Paz: Universidad Loyola de Bolivia; 2019.