Manuales, Guías y Cartillas

Transformando
residuos en oportunidades

Compuestos bioactivos de residuos de frutas provenientes de la plaza de mercado 'El Potrerillo'



Elisa Gabriela Chaves López
Jhoana Patricia Montenegro Córdoba
Autoras

Universidad Mariana
Res. MEN 1362 del 3 de febrero de 1983

Transformando
residuos en oportunidades

Compuestos bioactivos de residuos de frutas provenientes de la plaza de mercado 'El Potrerillo'



Universidad Mariana
Res. MEN 1362 del 3 de febrero de 1983

Editorial Unimar

Colección Manuales, Guías y Cartillas

2025

Elisa Gabriela Chaves López
Jhoana Patricia Montenegro Córdoba
Autoras

Transformando residuos en oportunidades

Compuestos bioactivos de residuos de frutas provenientes de la plaza de mercado 'El Potrerillo'

Autores: Elisa Gabriela Chaves López, Jhoana Patricia Montenegro Córdoba

Editorial: Editorial Unimar

Fecha de publicación: 2025

País/Ciudad: Colombia / San Juan de Pasto

Idioma: Español

Visibilidad: Página web Editorial Unimar, Universidad Mariana



Universidad
Mariana
Res. MEN 1362 del 3 de febrero de 1983

Título: *Transformando residuos en oportunidades Compuestos bioactivos de residuos de frutas provenientes de la plaza de mercado 'El Potrerillo'*

DOI: https://doi.org/10.31948/editorialunimar.264

Formato: 18 x 26 cm digital

Páginas: 21

Año: 2025

© Editorial Unimar - Universidad Mariana

© Elisa Gabriela Chaves López

© Jhoana Patricia Montenegro Córdoba

Editorial Unimar

Luz Elida Vera Hernández

Coordinación Editorial

Ana Cristina Chávez López

Corrección de estilo

Francisco Andrés Luna

Diseño y diagramación

Correspondencia:

Editorial Unimar, Universidad Mariana

San Juan de Pasto, Nariño, Colombia, Calle 18 No. 34 – 104

Tel: 6027244460 - Ext. 185

E-mail: editorialunimar@umariana.edu.co

Disponible en: https://libros.umariana.edu.co/

Cítese como: Chaves López, E. G. y Montenegro Córdoba, J. P. (2025). *Transformando residuos en oportunidades. Compuestos bioactivos de residuos de frutas provenientes de la plaza de mercado 'El Potrerillo'.* Editorial Unimar. https://doi.org/10.31948/editorialunimar.264

Las opiniones contenidas en la presente publicación no comprometen a la Editorial Unimar ni a la Universidad Mariana, puesto que son responsabilidad única y exclusiva de los autores; de igual manera, ellos han declarado que, en su totalidad, es producción intelectual propia, en donde aquella información tomada de otras publicaciones o fuentes, propiedad de otros autores, está debidamente citada y referenciada, tanto en el desarrollo del documento como en las secciones respectivas a la bibliografía.

Este material puede ser reproducido sin autorización para uso personal o en el aula de clase, siempre y cuando se mencione como fuente su título, autores y editorial. Para la reproducción con cualquier otro fin, es necesaria la autorización de la Editorial Unimar de la Universidad Mariana.

Este libro está bajo licencia internacional:



Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International

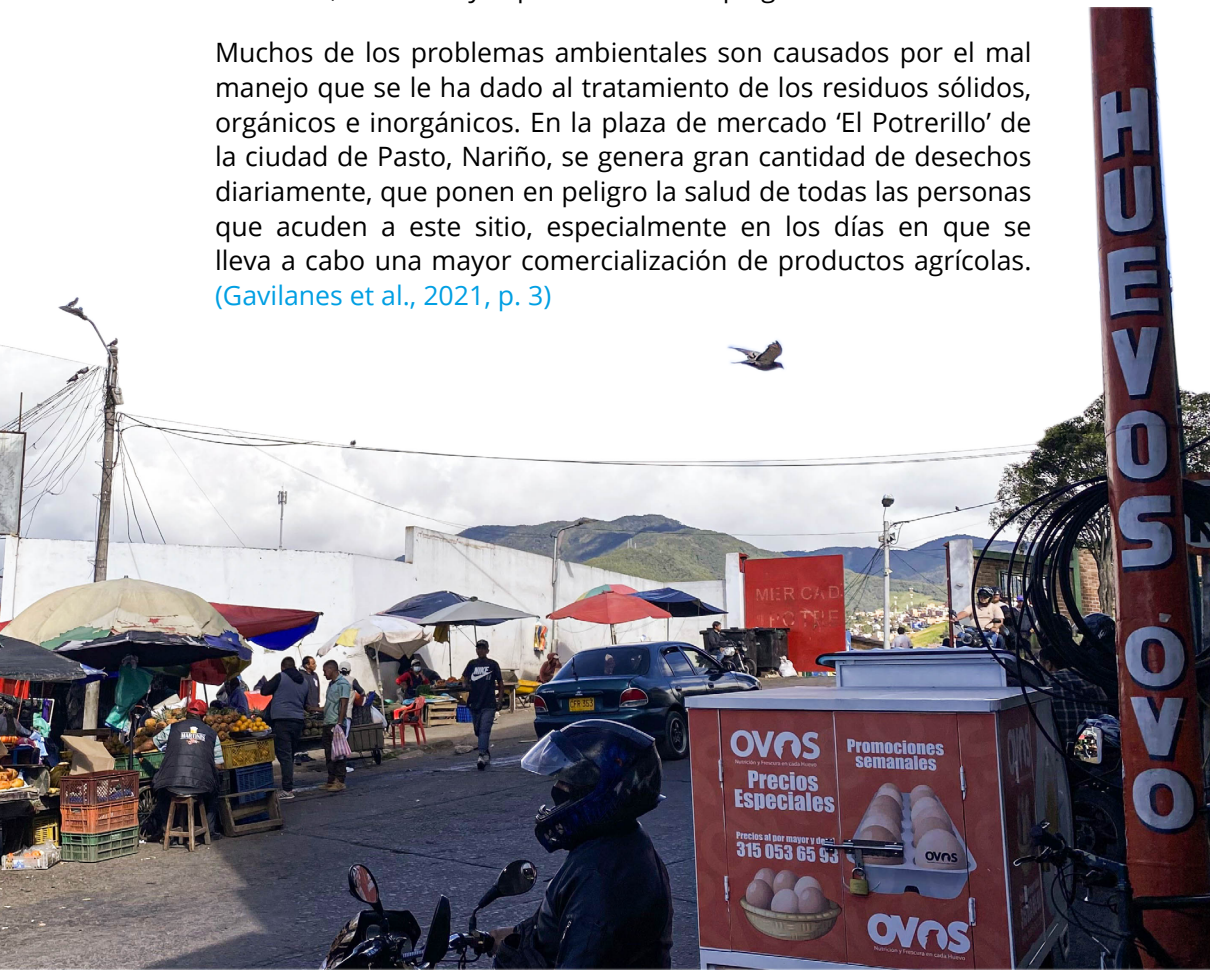
Introducción



En Colombia, en plazas de mercado como ‘El Potrerillo’ en San Juan de Pasto, se desperdician toneladas de oro orgánico cada día.

Cáscaras, semillas y pulpas de frutas y verduras que podrían ser valiosos recursos, terminan en rellenos sanitarios sin ningún aprovechamiento. Según datos de EMAS Pasto By Veolia (2025), esta plaza de mercado genera 14.4 toneladas diarias de residuos orgánicos, pero menos del 5 % reciben tratamiento, a pesar de contar con infraestructura para compostaje en el Centro Inteligente de Gestión Ecológica Antanas (CIGEA). Esta situación no solo representa un desperdicio de recursos valiosos, sino que genera impactos ambientales significativos, como la emisión de gases de efecto invernadero, lixiviados y la proliferación de plagas.

> Muchos de los problemas ambientales son causados por el mal manejo que se le ha dado al tratamiento de los residuos sólidos, orgánicos e inorgánicos. En la plaza de mercado ‘El Potrerillo’ de la ciudad de Pasto, Nariño, se genera gran cantidad de desechos diariamente, que ponen en peligro la salud de todas las personas que acuden a este sitio, especialmente en los días en que se lleva a cabo una mayor comercialización de productos agrícolas. (Gavilanes et al., 2021, p. 3)



¿Por qué seguir enterrando riqueza?

Estos desechos no son basura: son materias primas llenas de potencial económico y nutricional. Estudios científicos revelan que contienen compuestos bioactivos con increíbles beneficios:

¿Te imaginas que la cáscara de mora tenga más antioxidantes que la pulpa? ¡Es cierto! Contiene hasta 394 mg de antocianinas por cada 100 gramos (Cuesta y Castro, 2018). Los residuos de papaya, por su parte, son ricos en papaína, una enzima usada en medicamentos y alimentos (Reyes et al., s.f.). Y, el bagazo de piña puede convertirse en bromelina, un suplemento digestivo importante (Resalim Plus, 2025).

A pesar de este potencial, no existen iniciativas consolidadas en plazas de mercado colombianas para aprovechar estos subproductos. La falta de separación en la fuente, la carencia de tecnologías accesibles y la ausencia de políticas públicas específicas han limitado su valorización. Esto contrasta con experiencias internacionales, donde los residuos de frutas son usados para producir ingredientes funcionales, biocombustibles y materiales biodegradables (Soares et al., 2024).



¿Qué nos falta para transformar los residuos en riqueza?

Aunque el potencial de los residuos orgánicos es enorme, todavía enfrentamos desafíos clave que impiden su aprovechamiento sostenible. ¿Por qué no estamos avanzando más rápido? Aquí los principales obstáculos y cómo superarlos:

- Falta de separación en la fuente. Muchos vendedores y consumidores aún no separan correctamente los residuos orgánicos de otros desechos.

Solución: Campañas de educación y capacitación en la plaza de mercado, junto con sistemas de recolección diferenciada.

- Tecnologías accesibles y escalables. Existen métodos innovadores, como la Extracción Asistida por Ultrasonido (EAU), que permiten obtener compuestos valiosos con menor consumo de energía y agua. Sin embargo, hace falta inversión para implementarlos a mediana escala.

Solución: proyectos piloto con apoyo de universidades, empresas y fondos públicos y privados.



¿Cuál es el motivo principal?

Demostrar el valor científico y económico de los residuos orgánicos de 'El Potrerillo', presentar métodos de extracción viables, como la EAU, que puede implementarse a mediana escala con una inversión razonable (300 millones de COP), incentivar la colaboración entre vendedores, autoridades locales y la academia, para desarrollar proyectos piloto de economía circular.

Esta guía está respaldada por una rigurosa revisión bibliográfica de más de 60 estudios científicos entre 2014 y 2024, entrevistas con actores clave y análisis de costos reales. Su objetivo final es convertir los residuos generados en la plaza de mercado 'El Potrerillo' en un modelo de gestión sostenible de residuos, donde lo que actualmente se bota, mañana pueda ser alimento funcional o cosmético natural.

¿Qué son los compuestos bioactivos y por qué son importantes?

Los compuestos bioactivos son moléculas naturales presentes en frutos, verduras y plantas, con efectos beneficiosos para la salud humana:

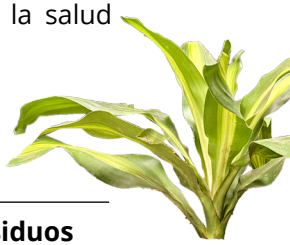


Tabla 1

Principales grupos y fuentes

Compuestos	Propiedades	Fuentes de residuos
Polifenoles	Antioxidantes, antiinflamatorios	Cáscaras de uva, mora, tomate de árbol, limón, lima, naranja, etc.
Antocianinas	Colorantes naturales, anticancerígenos	Bagazo de frutos rojos y cítricos (394 mg/100g)[1]
Flavonoides	Protectores cardiovasculares	Semillas y cáscaras, especialmente de cítricos
Carotenoides	Precursores de vitamina A	Pulpas, especialmente de frutos dulces

Ejemplos reales:

Cáscara de sandía: contiene 147.38 mg/100g de antocianinas, según el estudio realizado por Guija-Guerra y Guija-Poma (2023).

Residuos de mora (*Rubus glaucus*): presentan 60.31 µmol TE/g de capacidad antioxidante según la investigación de Grande-Tovar et al., (2020).

Nota: los residuos de frutas no son solamente desechos, sino materias primas subvaloradas con aplicaciones en nutracéuticos y alimentos funcionales (Jurado-Erazo et al., 2023).



¿Que son los métodos de extracción y por qué su importancia en esta investigación?

Los métodos de extracción son técnicas para aislar y concentrar compuestos bioactivos como: antioxidantes, polifenoles y antocianinas, a partir de residuos de frutas y verduras. Se analizaron tres métodos principales, cada uno con ventajas y limitaciones específicas: la EAU, la Extracción con Fluidos Supercríticos (SFE-CO_2) y, la extracción con solventes tradicionales (etanol/agua).

Métodos de extracción: Comparativa Técnica y Económica
Extracción Asistida por Ultrasonido (EAU)

Ventajas:

- Eficiencia del 85-95 % en recuperación de AAAantioxidantes (Wong-Paz et al., 2020).
- Reducción del tiempo de extracción (2-4 horas vs. 24h en métodos tradicionales).
- Bajo consumo de solventes (mezcla etanol-agua 70:30).

Tabla 2

Equipos y costo

Equipo	Costo (COP)
Sonicador industrial (20kHz) 10kW, flujo continuo	100.000.000
Reactores de acero inoxidable 1000 L	100.000.000
Sistema de recirculación 500 L/h	40.000.000
Filtros de membrana 1 tonelada/ día	25.000.000
Etanol/Agua 5000 L	17.000.000
Energía (alto consumo eléctrico)	17.000.000/mes
Costo total aproximado	300.000.000

La EAU es la mejor opción para plazas de mercados, por su balance en cuanto a costo y eficiencia.

Extracción con fluidos supercríticos (SFE-CO_2)

Ventajas:

- Sin solventes tóxicos (uso de CO_2 reciclable).
- Mayor pureza en extractos (ideal para farmacéuticos). Limitaciones:
- Alto costo de implementación (1,000 millones COP para equipos).
- Complejidad técnica (requiere personal especializado).

Tabla 3

Otros equipos y costos

Equipo	Costo (COP)
Equipo SFE industrial 1000 bar, 50 L extractor	810.000.000
Tanque criogénico (CO2) 5000 kg	50.000.000
Sistema de reciclaje de CO2	70.000.000
Bomba de alta presión 500 bar	40.000.000
Solventes (etanol) 1000 1	2.000.000
Mantenimiento anual	20.000.000
Energía (alto consumo eléctrico)	8.000.000/mes
Costo total aproximado	1.000.000.000

Solo viable para industrias con alto capital, como laboratorios de cosméticos (Chakka y Babu, 2022).

Extracción con solventes (etanol/agua)

Ventajas:

- Bajo costo inicial (350 millones COP).
- Fácil implementación (método tradicional).

Desventajas:

- Menor eficiencia (30-50 % de rendimiento).
- Uso de grandes volúmenes de solventes.

Tabla 4

Equipo y costo en pesos

Equipo	Costo (COP)
Extractor por lixiviación 1000 L	130.000.000
Tanque de almacenamiento 2000 L (acero inoxidable)	35.000.000
Rotavapor industrial 100 L	30.000.000
Evaporador al vacío 500 L/h	80.000.000
Filtros prensatonelada/día	50.000.000
Etanol (95 %) 5000 L	18.000.000
Agua destilada 10,000 L	2.000.000
Energía (electricidad, gas)	5.000.000/mes
Costo total aproximado	350.000.000

Mediante análisis comparativo en las tablas, la investigación demostró que la EAU es el método más adecuado para el contexto de 'El Potrerillo', por su balance entre eficiencia (85-95 % de recuperación según Wong-Paz et al., 2020), costo accesible y facilidad de implementación. Como concluye el estudio, la selección del método de extracción adecuado es fundamental para transformar el problema de los residuos en una oportunidad de desarrollo sostenible.

Métodos de determinación ABTS y DPPH: fundamentos y aplicación en residuos de frutas.

Método ABTS (Radical 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-ácido sulfónico)). El ensayo ABTS evalúa la capacidad antioxidante mediante la neutralización del catión radical $ABTS^{+}$, generado por la oxidación del sustrato ABTS con persulfato de potasio. Cuando un antioxidante está presente, reduce el $ABTS^{+}$ (color azul intenso) a su forma incolora, en proporción a su concentración (Grande-Tovar et al., 2020).

Método DPPH (Radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo). El DPPH es un radical libre estable (color púrpura) que se reduce a forma amarilla al aceptar electrones de antioxidantes. La decoloración es proporcional a la capacidad de captación de radicales libres (Muñoz et al., 2015).



Tabla 5

Comparativa técnica y económica

Parámetros	ABTS	DPPH
Principio	Neutralización	Catión radical Captación de electrones
Longitud de onda	734 nm	517 nm
Tiempo ensayo	6-15 min	30 min
Costos reactivos (COP/100 tests)	1,200,000 (ABTS + persulfato)	800,000 (DPPH)
Sensibilidad	0.1 µmol TE/mL	0.5 µmol TE/mL
Interferencias	Azúcares reductores	Pigmentos oscuros (ej. Antocianinas)

El ABTS es superior para matrices complejas (ej. extractos con lípidos), mientras que el DPPH ofrece mejor relación costo-efectividad en prueba inicial.

Beneficios ambientales y sociales

- Impacto en 'El Potrerillo', reducción del 70 % en residuos orgánicos enviados a relleno sanitario.
- Disminución de plagas y malos olores por acumulación de desechos (Lucero-Matabajoy, 2018).
- Generación de empleo verde en procesos de separación y extracción.



Tabla 6

Aplicaciones industriales

Industria	Producto potencial	Ejemplo
Alimentaria	Jugos enriquecidos con antioxidantes	Extracto de mora para bebidas funcionales
Cosmética	Cremas antienvejecimiento	Antocianinas de cáscara de uva
Farmacéutica	Suplementos contra estrés oxidativo	Cápsulas de polifenoles de naranja

Según los análisis realizados en este trabajo, los residuos de frutas como mora, papaya, cítricos y tomate de árbol contienen concentraciones significativas de polifenoles, antocianinas y flavonoides, como también sostiene Paz-Arteaga (2022). Por ejemplo, se encontró que el bagazo de mora puede aportar hasta 394.53 mg de antocianinas por cada 100 gramos, superando incluso el contenido de la pulpa en algunos casos. Estos hallazgos demuestran el gran potencial que tienen estos desechos para ser transformados en ingredientes de alto valor agregado.

La investigación revela que la EAU es la técnica más viable. Según Wong-Paz et al. (2020), este método alcanza un 85-95 % de eficiencia en la recuperación de antioxidantes, requiriendo menos tiempo (2-4 horas) y solventes, que los métodos tradicionales. Los costos estimados por Santos y Santana (2022) para una planta piloto de una tonelada son aproximadamente 300 millones de COP, haciendo esta tecnología accesible para su implementación.

Para evaluar la calidad de extractos, Grande-Tova et al., (2020) recomiendan el uso combinado de ABTS y DPPH. Sus estudios en mora liofilizada mostraron 60.31 µmol TE/g con ABTS versus 40.53 µmol TE/g con DPPH, demostrando la complementariedad de estos métodos. Muñoz et al., (2015) destacan que el DPPH es ideal para prueba inicial, por su bajo costo (800,000 COP/reactivo) y simplicidad.

Lucero-Matabajoy (2018) documenta que una adecuada gestión reduciría en 70 % los residuos enviados a relleno sanitario, disminuyendo problemas sanitarios. Económicamente, Martínez (2015) calcula que un kilogramo de cáscara de papaya puede rendir 12.3 mg de ácido gálico, compuesto valioso para industrias. Romero-Bolívar y Hernández-Moreno (2023) añaden que las semillas de aguacate alcanzan hasta 14 % de rendimiento en extracciones con etanol.

Como concluyen Chakka y Babu (2022), la transformación de residuos en recursos es técnicamente viable cuando se combina conocimiento científico con compromiso comunitario. Los datos presentados ofrecen un camino concreto para convertir 'El Potrerillo' en modelo de economía circular.



Referencias

Chakka, A. K., & Babu, A. S. (2022). Bioactive compounds of winery by-products: Extraction techniques and their potential health benefits. *Applied Food Research, 2*(1), 100058. https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100058

Cuesta, C. S. y Castro, M. P. (2018). *Efecto de pretratamientos en la extracción de antocianinas de la mora castilla (Rubus glaucus) y silvestre (Rubus adenotrichos), para su uso como indicador visual de pH* [Tesis de pregrado, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano]. https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/3966/Extracci%C3%B3n%20de%20antocianinas-art%C3%ADculo%20final.pdf

EMAS Pasto By Veolia. (2025). *Datos de caracterización de residuos sólidos en la plaza de mercado 'El Potrerillo'* [Manuscrito inédito]. Empresa Metropolitana de Aseo de Pasto.

Gavilanes, L., Caicedo, C. J., Gallego, S. J. y Yela, J. F. (2021). Propuesta de acción ambientalmente responsable. Actividad 4. Corporación Universitaria Minuto de Dios Uniminuto. https://es.scribd.com/document/522904031/Actividad-4-GESTION-AMBIENTAL-Plaza-de-Mercado-El-potrerillo

Grande-Tovar, C., Araujo, L., Flórez, E. y Aranaga, C. (2020). Determinación de la actividad antioxidante y antimicrobiana de residuos de mora (Rubus glaucus Benth). *Informador Técnico, 85*(1), 64-82. https://doi.org/10.23850/22565035.2932

Guija-Guerra, H. y Guija-Poma, E. (2023). Radicales libres y sistema antioxidante. *Horizonte Médico (Lima), 23*(2), e2158. https://doi.org/10.24265/horizmed.2023.v23n2.12

Jurado-Erazo, D. K., Tulcán-Cuasapud, Y. A. y Rojas, A. F. (2023). Perspectivas de valorización de residuos de frutas a partir de sus características físicas. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 24*(1). https://doi.org/10.21930/rcta.vol24_num1_art:3016

Lucero-Matabajoy, L. (2018). *Planteamiento de estrategias para el manejo adecuado de basuras en la plaza de mercado 'El Potrerillo' de la ciudad de Pasto* [Proyecto aplicado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD]. https://repository.unad.edu.co/handle/10596/23935?show=full

Martínez D. (2015). *Optimización de la extracción de compuestos de interés en subproductos de frutas tropicales para su aplicación en matrices alimentarias* [Universidad Zaragoza, España]. https://zaguan.unizar.es/record/31661/files/TAZ-TFM-2015-177.pdf

Muñoz, W., Chavez, W., Pabón, L. C., Rendón, M. R., Patricia-Chaparro, M. y Otálvaro-Álvarez, Á. M. (2015). Extracción de compuestos fenólicos con actividad antioxidante a partir de champa (Campomanesia lineatifolia). *Revista CENIC Ciencias Químicas, 46*, 38-46.

Paz-Arteaga, S. L. (2022). *Extracción de compuestos bioactivos de residuos de piña (Ananas comosus) usando fermentación en estado sólido* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/84174

Resalim Plus. (2025). Bromelina en la piña: di adiós a las digestiones pesadas. https://resalim.com/blogs/noticias/bromelina-en-la-pina

Reyes, F. A., Ruiz, E. y Elizalde, J. M. (s.f.). Residuos agrícolas de la papaya y sus posibles beneficios para la salud humana. http://www.inecol.edu.mx/index.php/divulgacion/ciencia-hoy/residuos-agricolas-de-la-papaya-y-sus-posibles-beneficios-para-la-salud-humana

Romero-Bolívar, D. y Hernández-Moreno, E. (2023). *Técnicas de extracción empleadas para obtención de compuestos bioactivos a partir de subproductos de aguacate como potencial fuente de ingredientes funcionales* [Tesis de especialización, Unilasallista Corporación Universitaria Iasallista]. https://repository.unilasallista.edu.co/server/api/core/bitstreams/2a6aa3ec-6d6e-45a0-8386-f78ccc36a1a7/content

Soares, S., Souza, W., Homem, B., Ramalho, I., Borré, J., Pereira, M., Pinheiro, É., Marchao, R., Alves, B., Boddey, R., & Urquiaga, S. (2024). The use of integrated crop-livestock systems as a strategy to improve soil organic matter in the Brazilian Cerrado. *Agronomy, 14*(11), 2547. https://doi.org/10.3390/agronomy14112547

Santos, T. R. J., & Santana, L. C. L. de A. (2022). Conventional and emerging techniques for extraction of bioactive compounds from fruit waste. *Brazilian Journal of Food Technology, 25,* e2021130. https://doi.org/10.1590/1981-6723.13021

Wong-Paz, J. E., Aguilar-Zárate, P., Veana, F. y Muñiz-Márquez, D. B. (2020). Impacto de las tecnologías de extracción verdes para la obtención de compuestos bioactivos de los residuos de frutos cítricos. *TIP, Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, 23*, 1-11. https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2020.0.255





Universidad Mariana
Res. MEN 1362 del 3 de febrero de 1983

Editorial Unimar

Universidad Mariana
Calle 18 No. 34-104 San Juan de Pasto
https://libros.umariana.edu.co/index.php/editorialunimar