

Capítulo III

Poscosecha y agroindustria

Subproductos agrícolas y sus posibilidades de aprovechamiento en cultivos de menta y plantas comercializadoras

Luz Mary Quintero Vásquez, María Orfilia Vargas Arcila, Germán Franco,
Juan Camilo Henao Rojas, Carolina Zuluaga Mejía e Inés Amelia Madroñero Solarte

El cambio en los hábitos alimentarios y el aumento de la población, al igual que el incremento en la producción y el procesamiento de productos hortícolas ha aumentado los residuos derivados de las empresas que industrializan frutales, vegetales y plantas aromáticas y medicinales. Se estima que alrededor de un tercio de la producción mundial anual de los alimentos para el consumo humano se pierden o desperdician, lo que equivale a unos 1.300 millones de toneladas (FAO, 2012, García, 2022). Esto ha ocasionado pérdidas económicas, principalmente en productores de pequeña escala y problemas ambientales generalizados.

Con el objetivo de promover la investigación y la transformación de materias primas de origen vegetal en productos finales con valor añadido, el documento Conpes 3582 de 2009 prioriza el sector de los alimentos, cosméticos y artículos de aseo, dentro del cual se encuentran las plantas aromáticas. Shahid et al. (2013) reportan que la creciente demanda de plantas aromáticas y medicinales en el mundo ha generado la necesidad de suministrar materias primas a partir de especies vegetales, cuyos compuestos bioactivos estén disponibles en la concentración deseada, según el proceso de transformación al cual serán sometidos.

La producción comercializable de plantas aromáticas, medicinales, condimentarias y afines (PAMCyA) genera millones de toneladas de residuos, lo cual plantea la importancia de crear mecanismos apropiados para su tratamiento e implementar tecnologías sostenibles para reducir amenazas ambientales (Zhou et al., 2018); no obstante, la investigación al respecto es escasa (Jeelani et al., 2018; García, 2022). Una estrategia bastante empleada es el compostaje (Zhou et al., 2018), aunque con algunos desafíos técnicos (Wang et al., 2016; Zhou et al., 2014, 2018). Por esta razón, es indispensable explorar alternativas para la utilización de los residuos generados en cultivos de PAMCyA, ya que por cuestiones estéticas, mas no de calidad interna, gran cantidad de biomasa queda fuera de los circuitos comerciales.

Atendiendo a la tendencia mundial denominada economía circular como una posibilidad de desarrollo alternativo parar generar nuevas oportunidades de negocio y trabajo, así como a la disminución del desperdicio de alimentos, se puede potencializar el uso de los residuos agrícolas y agroindustriales, que son una fuente importante de compuestos bioactivos, con efectos benéficos para la salud y la prevención de enfermedades. Los subproductos y residuos pueden provenir de las partes no comestibles de las plantas o de aquellas que no se comercializan por factores estéticos. Entre estos se pueden encontrar los generados de forma simultánea a partir de la materia prima, los que resultan de alguna fase del proceso de producción y aquellos que son fuente potencial de ingredientes, nutrientes y micronutrientes (fibra, prebióticos, antioxidantes). Existe, entonces, la posibilidad de usar vegetales enteros o algunas de sus partes, con los cuales se pueden producir platos preparados, concentrar los metabolitos de interés para obtener saborizantes naturales con un aporte nutritivo extra y elaborar otros productos intermedios con potencial para la agroindustria, la cosmética o la industria farmacéutica (Costa et al., 2021; García, 2022).

En el caso de la menta *(Mentha spicata)*, debido a los requerimientos de calidad exigidos para exportación de material en fresco, se requiere realizar una clasificación estricta de la materia prima, por lo que no toda la producción se puede comercializar. Por ello, se llega hasta un 40 % de subproductos no comercializables (Bonilla & Guerrero, 2010; Quintero et al., 2015). En la cosecha del cultivo se descartan los tallos y hojas con daños físicos, bióticos y mecánicos, cuyo producto no se puede exportar (Bonilla et al., 2008; Bonilla & Guerrero, 2010). En la planta de poscosecha, al realizar las operaciones de monitoreo sanitario y poscosecha (selección, clasificación, limpieza, maquillaje, pesaje, empaque para exportación y almacenamiento en frío), a fin de cumplir con la calidad del producto según los requerimientos del mercado de exportación, se produce un nuevo residuo a partir del producto que no cumple con la calidad deseada, lo cual aumenta las pérdidas (Bonilla & Guerrero, 2010; Quintero et al., 2015).

Condiciones generales de los predios

La información meteorológica recopilada en las localidades donde se realizaron los experimentos permitió conocer algunas tendencias de los componentes del clima: se observó que la temperatura varía muy poco durante el año, con una desviación estándar menor a 1; la humedad relativa también es estable, con una desviación estándar entre 3 y 6; se identificó un coeficiente de correlación de 0,82 entre la cantidad de luz y la producción de menta en el sistema de producción protegido, que indica una influencia positiva de la cubierta sobre la producción, mientras que para campo abierto este valor fue de 0,47.

Según la metodología indicada por Piñeros (2010), con algunas modificaciones, se determinaron las condiciones generales de las fincas productoras y de las plantas comercializadoras, se cuantificó la producción de subproductos por diferentes causas y se dieron recomendaciones para la reducción de pérdidas en cosecha y poscosecha de la menta.

Las condiciones generales de los predios permitieron conocer que los cultivos se encuentran establecidos en veredas y municipios cercanos al Aeropuerto Internacional José María Córdoba de Rionegro, con vías pavimentadas. Antioquia exporta el 98 % de su producción a Estados Unidos y Canadá, y el resto se comercializa en el mercado nacional en las plazas mayoristas, laboratorios y tiendas naturistas (Quintero et al., 2014). La menta se cultiva a campo abierto y bajo cubierta entre los 1.536 a 2.699 m s. n. m. Los productores manifiestan que el cultivo bajo cubierta presenta un aspecto más vigoroso que el de campo abierto, pero este último tiene aparentemente mayor rendimiento y es el más exportado porque tiene mayor vida útil y calidad organoléptica.

Los propietarios del cultivo tienen entre 38 y 65 años. Para las labores de campo se contrata personal (hombres y mujeres) con edades que oscilan entre los 32 y los 58 años. El nivel académico de los productores corresponde a la educación media, tecnologías y profesionales. Aunque el área sembrada es pequeña (0,09 a 9,2 ha) para este tipo de cultivo, sus características permiten clasificar a los productores como medianos y grandes, debido al buen ejercicio económico de la actividad. De otra parte, los terrenos en los cuales establecen el cultivo son propios y alquilados.

La semilla de menta que se siembra en Antioquia fue introducida desde Cundinamarca hace aproximadamente 15 años por recomendación de otros productores, comercializadoras y clientes. En la actualidad, el material de siembra se obtiene en las mismas fincas y las plantas se propagan mediante esquejes y rizomas.

Por el hábito de crecimiento, que cubre toda el área donde se planta, no se observa una distancia de siembra modal en el cultivo; se observan diferentes espaciamientos entre plantas y surcos (10 y 20 cm entre plantas, 30 y 40 cm entre surcos), con densidades de siembra desde 200 hasta 1.800 plantas por cama de 36 m^2, que obedecen a las sugerencias registradas por Castro et al. (2013). Los productores consideran que el mejor material de siembra es el obtenido de cultivos a campo abierto, que se puede plantar bajo cubierta y a libre exposición, lo cual se hace de manera escalonada para lograr la producción y comercialización durante todo el año. La tabla 3.1 muestra características modales de los productores de menta del Oriente antioqueño.

Tabla 3.1. Algunas características de los cultivadores de menta del Oriente antioqueño

Variable	Productor		
	1	2	3
Edad	38	63	37
Estudios	Profesional	Profesional	Profesional
Tenencia de predio	Alquilado	Propio	Alquilado
Variedad según productor	*Mentha spicata*	*Mentha spicata*	*Mentha spicata*
Procedencia de la semilla por primera vez	Productor de Cundinamarca		Comercializadora
Quién le recomendó material	Exportador	Productor	Cliente y experiencia propia
Cómo desinfecta la planta antes de sembrar	Yodo	Yodo	Yodo, cuando es planta con raíz no desinfectada
Distancia de siembra plantas–surcos (cm)	10 x 30	20 x 40	Un esqueje seguido de otro x 40
Cantidad de material que siembra	Para 1 m^2, 2 kg de esquejes o rizomas	Para cama de 30 m^2, 10 kg de semilla vegetativa	Para cama de 30 m^2, 40 kg de rizomas
Altura de la cama (cm)	20-30	20	15
Duración del cultivo (años)	3 o más	3 o más	3
Plagas que identifica	Babosas, chinches	Larvas, chiches, babosas	Babosas, nematodos, mosca blanca, larvas
Enfermedades que identifica	Roya	Roya	Roya, tallos deformes (rajados)
Daño físico de la hoja	Perforación por granizo	Perforaciones, amarillamiento por falta de luz	Perforaciones

Fuente: Elaboración propia con base en los datos suministrados por los productores

Las cosechas se realizan según las condiciones de mercado y la demanda de los importadores; el tamaño del tallo que se cosecha varía entre 15 y 30 cm; si se cosechan tallos con mayor longitud, la producción de subproducto es mayor, debido a que se realiza un primer maquillaje en campo y luego otro más riguroso en la planta comercializadora. Respecto al lugar de almacenamiento, después de cosechar la menta, se lleva al centro de acopio de la finca. La exportación se efectúa por vía aérea y se estima que entre la cosecha y la

llegada del producto al país de destino pueden transcurrir unas 17 horas, sin contabilizar retrasos en los vuelos; además, durante este tiempo se pueden producir dificultades en la cadena de frío, lo que reduce la vida útil del vegetal. La tabla 3.2 muestra las principales características de las labores realizadas en poscosecha de la menta en el Oriente antioqueño.

Tabla 3.2. Algunas características de la poscosecha realizada en fincas de productores de menta del Oriente antioqueño

Variable		Productor 1	Productor 2	Productor 3
Cosecha (semanas)	1ra a campo abierto	8	10	7
	Siguientes a campo abierto	6,1	10	6,5
	1ra bajo cubierta	6	Entre 8 y 10	7
	Siguientes bajo cubierta	6	10	6,5
Tamaño del tallo cosechado (cm)		20-25	25-30	15-20
Frecuencia de cosecha		Diario	2 veces x semana	2 veces x semana
Recipiente de cosecha		Caja de poliestireno expandido	Canastilla plástica recubierta con plástico transparente	
Criterio de cosecha		- Tiempo seco - Altura de la planta de 35-40 cm - Hoja ancha y de color oscuro - Tallo grueso	- Altura de la planta de 50-60 cm - Hoja ancha y de color oscuro - Tallo grueso	- Altura de la planta de 25-30 cm
De dónde obtiene subproductos		Lo que queda en el cultivo luego de la cosecha, hojas contaminadas por virus y plantas que no se exportan por poca demanda o por daño de plagas o enfermedades.		
Uso del subproducto		- Compostaje - Extracto y zumo - Aromáticas - Semilla	- Compostaje - Secado de menta para tisana - Menta fresca para extracción de aceite esencial	- Compostaje
Apariencia de la cosecha		Buen estado	Regular estado	Excelente estado
Almacenamiento temporal en acopio		5 ºC refrigerado	10 ºC ambiente	5 ºC refrigerado

Continúa en la página 74...

... continuación tabla 3.2.

Variable		Productor 1	2	3
Duración del proceso (horas)	Cosecha	1	1	1
	Acopio en finca	3	2	0 (del campo a la planta comercializadora)
	Almacenamiento en bodega de maquillaje	8	8	8
	Transporte país de origen-país de destino	8	8	8

Fuente: Elaboración propia con base en datos suministrados por los productores

Los datos obtenidos en las empresas comercializadoras de menta indican que en un día pueden ingresar desde 72 hasta 344 kg, con un promedio entre 19,01 y 40 % de subproducto generado. Los valores relacionados en la tabla 3.3 muestran la cantidad de biomasa rechazada, que podría utilizarse como materia prima para agregación de valor mediante procesos agroindustriales, con lo cual se reducirían considerablemente estos valores.

Tabla 3.3. Cuantificación del subproducto en planta comercializadora

Comercializadora	Muestreo	Cantidad de menta que ingresa (kg)	Cantidad de menta para exportación (kg)	Subproducto (kg)	Subproducto (%)
1	1	104,00	82,00	22,00	21,15
1	2	142,00	115,00	27,00	19,01
1	3	87,40	62,00	25,40	29,06
1	4	72,00	54,00	18,00	25,00
1	5	75,00	56,30	18,70	24,93
1	6	166,00	114,00	52,00	31,33
1	7	162,00	124,00	38,00	23,46
2	1	243,00	195,00	48,00	19,75
2	2	179,00	141,00	38,00	21,23
2	3	344,00	228,00	116,00	33,72
2	4	95,50	60,00	35,50	37,17

Continúa en la página 75...

... continuación tabla 3.3.

Comercializadora	Muestreo	Cantidad de menta que ingresa (kg)	Cantidad de menta para exportación (kg)	Subproducto (kg)	Subproducto (%)
2	5	100,00	60,00	40,00	40,00
2	6	288,00	212,00	76,00	26,39
2	7	148,00	111,00	37,00	25,00
2	8	300,00	225,00	75,00	25,00

Fuente: Elaboración propia

La información sobre el subproducto obtenido en finca se relaciona en la tabla 3.4, que no incluye las cantidades producidas debido a problemas fitosanitarios o cuando se cosecha para semilla, lo cual corresponden a máximos globales de 74,6 % de subproducto obtenido.

Tabla 3.4. Producción de menta y cuantificación del subproducto en finca

Productor	Cosecha total (t/ha)		Subproducto (t/ha)		Subproducto en el área cosechada (%)	
	Cubierta	Campo abierto	Cubierta	Campo abierto	Cubierta	Campo abierto
1	39,3	25,2	29,3	16,6	74,6	65,9
	50,2	22,6	31,8	9,0	63,3	39,8
	18,9	32,6	18,9	20	100,0*	61,3
2	30,4	17,9	9,4	5,1	31,0	28,4
	20,2	45,5	4,9	31,8	24,5	70,0
	16,2	15,5	16,2	15,5	100,0**	100,0**
	35,7	26,4	20,6	15,7	57,8	59,0
	26,7	32,4	16,4	22,5	61,0	69,0
	11,9	11,6	3,8	3,3	32,0	28,0
	19,3	13,2	3,8	7,0	20,0	53,0
	25,7	16,1	6,4	8,0	25,0	50,0
3	13,3	0	5,0	0	38,0	0
	12,7	2,6	5,0	0	39,0	0
	10,6	2,1	2,9	0	27,0	0
	19,7	12,6	4,3	6,5	22,0	51,0

Continúa en la página 76...

... continuación tabla 3.4.

Productor	Cosecha total (t/ha)		Subproducto (t/ha)		Subproducto en el área cosechada (%)	
	Cubierta	Campo abierto	Cubierta	Campo abierto	Cubierta	Campo abierto
4	23,5	27,9	14,0	10,2	59,0	37,0
	30,7	31,2	13,3	12,5	43,0	40,0
	19,4	27,2	12,7	17,5	65,9	64,0
	33,3	27,9	16,3	15,1	49,0	54,0
	9,6	23,9	4,8	6,4	50,0	27,0
	11,5	10,9	4,0	3,6	34,0	33,0
	26,5	26,2	9,4	6,6	36,0	25,0

* Problemas fitosanitarios

** Se cosechó para semilla

Fuente: Elaboración propia a partir de cosechas en finca de productores

Evaluación de las pérdidas por causas primarias y secundarias y obtención de subproductos

Para efectos de este trabajo, al material de menta que no se comercializa después del proceso de la cosecha se le denominará subproducto, que es un "bien secundario obtenido de un proceso industrial, cuando dicho procedimiento originalmente se llevó a cabo para fabricar otro producto" (Westreicher, 2022). Para visualizar los puntos del sistema de producción en el cual se producen volúmenes de material no exportable y pérdidas, se deben considerar los siguientes aspectos: la cosecha que se realiza cada 50-60 días, las condiciones ambientales, el sistema de cultivo (campo abierto o cubierta) y la altura de la planta.

Una vez se corta el follaje para exportación, se realiza un maquillaje en campo que consiste en eliminar partes de la planta que no cumplen con la calidad requerida; esto se considera una fuente de subproducto, aunque en baja cantidad. Las plantas que quedan en campo después del corte se consideran el primer subproducto generado; esta es la principal fuente y se cataloga como pérdida por causa primaria para el productor, debido a que, en su mayoría, no se comercializa. La tabla 3.4 muestra el total cosechado y la cantidad de material que el productor deja en campo, el cual se estima como una causa primaria.

Otra fuente de subproductos son las plantas comercializadoras donde se realizan procesos de acondicionamiento (maquillaje) del material para exportación, en las que se descarta el material que no cumple los requisitos para el

efecto; esto es considerado como pérdida por causas secundarias. El material descartado tiene mejor calidad que el subproducto obtenido en campo, cuya cuantificación se observa en la tabla 3.3.

Los valores presentados en las tablas 3.3. y 3.4 permiten observar la cantidad de biomasa considerada como subproducto y que tiene potencial de utilización como materia prima para procesos de agregación de valor, mediante los cuales se podría reducir su cantidad y ofrecer una nueva alternativa de ingreso al productor.

Dado lo anterior, se propone tipificar los subproductos según su origen, de la siguiente forma:

Subproducto de buena calidad: material obtenido en las comercializadoras, con baja carga de partículas de tierra, generalmente libre de plagas y enfermedades, en estado verde y fresco, y con tallos enteros. Su manipulación y adecuación antes de ser procesado agroindustrialmente es fácil y es adecuado para obtener bioproductos.

Subproducto de calidad intermedia: material obtenido de cultivos de exportación después de la cosecha, que corresponde al tercio medio de la planta, de apariencia regular y presenta hojas verdes, frescas, de diferente tamaño y algunas evidencian daños físicos. Requiere de desinfección porque presenta contaminación microbiológica y partículas de tierra, y tiene una baja incidencia de plagas y enfermedades. Su manipulación y adecuación antes de ser procesado agroindustrialmente requiere mayor acondicionamiento que el de buena calidad, y es adecuado para obtener bioproductos.

Subproducto de calidad baja: material obtenido en cultivos de exportación después de la cosecha y de cultivos para mercado nacional. Está constituido por el tercio inferior de la planta y presenta hojas cloróticas, debido a la falta de luz en su base. No es adecuado para proceso agroindustrial y se puede emplear como material para compostaje. Los diferentes tipos de subproductos requieren lavado y desinfección antes de ser procesados.

Recomendaciones para la reducción de pérdidas en cosecha y poscosecha de la menta

Según la tipificación de los subproductos, la primera acción para disminuir la cantidad de biomasa no aprovechable se basa en el manejo integrado del cultivo, enmarcado bajo el esquema de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), realizado por la mayoría de los productores que tienen sus predios registrados.

Como complemento, se recomienda incorporar los resultados de investigación expuestos en este documento a los programas de BPA implementados en los predios, que pueden resumirse así: tener clara la identidad genética del material, importante para poder explorar nuevos mercados internacionales; en lo posible, realizar la cosecha en el momento óptimo de recolección; fertilizar según las necesidades del cultivo en cuanto a la absorción diferenciada de nutrientes, y realizar el control de lepidópteros y otras plagas asociadas y enfermedades.

Es indispensable usar subproducto de buena calidad y de calidad intermedia para la producción de bioingredientes como extracto y material seco y molido, de tal forma que se pueda aprovechar la riqueza metabólica y las propiedades antioxidantes de la menta cultivada en el Oriente antioqueño. Ello permitirá diversificar el mercadeo de la planta y que los productores obtengan ingresos adicionales. En este sentido, la exploración de mercado realizada y la prueba sensorial de los bioproductos como la tisana, el extracto y la tisana de panelita con extracto de menta permitieron identificar que existen posibilidades de mercado y que tienen buen nivel de aceptación por los consumidores, quienes estarían dispuestos a pagar un precio diferencial según el producto.

A lo anterior se puede agregar la posibilidad de mercado interno de material de menta seco con empresas de alimentos o productos naturales en Colombia, de tal forma que sea aprovechable su capacidad antioxidante, pues este tipo de material presenta actividad de DPPH, como eliminador de radicales libres de 56 % de inhibición, respecto a otros reportes en la misma especie, con 54,68 % de inhibición. Algunos autores asocian dicha capacidad, principalmente, a la presencia de monoterpenos y monoterpenoides en extractos de menta verde (Alsaraf et al., 2021), con mayor capacidad reductora, medida por FRAP, comparada con lo informado por Yousuf et al. (2021).

Entre los metabolitos que contiene la menta, se conoce que los ácidos clorogénicos tienen un efecto antimicrobiano en bacterias Gram-positivas y Gram-negativas, y se evidencia actividad bactericida contra *Pseudomonas fluorescens* y *Staphylococcus aureus* (Farjana et al., 2014; Suárez-Quiroz et al., 2013). Dentro de estos metabolitos, la esculetina de la menta sembrada en Colombia presentó alto porcentaje de inhibición antimicrobiana sobre *S. aureus* resistente a meticilina, condición que permite proponer que sea utilizada en productos dirigidos a efectos antioxidantes, protección UV y actividades antimicrobianas. Lo anterior consolida las características del potencial biofuncional de la planta para la producción y comercialización del extracto.

Conclusiones

Es factible la utilización de los subproductos de calidad buena e intermedia generados en las fincas exportadoras de menta y en las comercializadoras, con lo cual se puede disminuir la cantidad producida en al menos un 50 %. Ello representa para los productores una alternativa adicional de ingresos, al agregar valor a una producción de biomasa que generalmente se descarta. Los bioingredientes ofertados tienen buen potencial de aceptación en el mercado, según lo observado en una exploración inicial de mercado con potencial biofuncional.

Las utilidades de estos resultados permitirán fortalecer la toma de decisiones para la formulación de productos con características de valor, como agentes protectores del estrés oxidativo con características de calidad diferencial para los productos transformados colombianos.

Referencias

Alsaraf, S., Hadi, Z., Akhtar, M. J., & Khan, S. A. (2021). Chemical profiling, cytotoxic and antioxidant activity of volatile oil isolated from the mint (*Mentha spicata* L.,) grown in Oman. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, *34*, Article 102034. https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.102034

Bonilla, C. R., & Guerrero, M. R. (2010). *Menta (*Mentha *spp.). Producción y manejo poscosecha.* Cámara de Comercio de Bogotá; Corpoica. http://hdl.handle.net/20.500.12324/12923

Bonilla, R., Samacá, H., Martínez, H., & Perdomo, J. (2008). *Caracterización y evaluación de la cadena de plantas aromáticas, medicinales, aceites esenciales y afines en Colombia.* Universidad Nacional de Colombia.

Castro, D., Díaz, J., Serna, R., Martínez, M. D., Urrea, P. A., Muñoz, K. & Osorio, E. (2013). *Cultivo y producción de plantas aromáticas y medicinales* (2.ª ed.). Universidad Católica de Oriente.

Costa, J., Bobo, G., Abadías, M., & Aguiló-Aguayo, I. (2021). *El potencial de los coproductos vegetales en el desarrollo de productos innovadores.* Biblioteca Horticultura. https://www.bibliotecahorticultura.com/publicaciones/poscosecha/el-potencial-de-los-coproductos-vegetales-en-el-desarrollo-de-productos-innovadores/

Farjana, A., Zerin, N., & Kabir, M. S. (2014). Antimicrobial activity of medicinal plant leaf extracts against pathogenic bacteria. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, *4*, S920-S923. https://doi.org/10.1016/S2222-1808(14)60758-1

García P. (2022). Composición y sustancias bioactivas en subproductos de la industrialización de frutas. *Revista del Foro de la Alimentación, la Nutrición y la Salud (RFANUS)*, *3*(3), 22-44. https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/68539/NR42849.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Jeelani, S. M., Rather, G. A., Sharma, A., & Lattoo, S. K. (2018). In perspective: Potential medicinal plant resources of Kashmir Himalayas, their domestication and cultivation for commercial exploitation. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, *8*, 10-25.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2012). *Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo–Alcance, causas y prevención*. https://www.fao.org/3/i2697s/i2697s.pdf

Piñeros, Y. (Ed.). (2010). *Manual poscosecha de brócoli, espinaca y lechuga en la sabana de Bogotá: diagnóstico, manejo y tecnologías poscosecha*. Universidad Jorge Tadeo Lozano.

Quintero, L. M. et al. (2014). *Caracterización y diagnóstico de las plantas aromáticas medicinales y condimentarias (PAMC) en Antioquia y línea base sobre las prácticas de calidad, inocuidad y fitosanitarias implementadas en los sistemas de producción* [Informe interno final de proyecto]. AGROSAVIA.

Quintero, L. M., Vásquez, L. A., & Aguilar, P. A. (2015). *Componentes socioeconómico, tecnológico y físico de los sistemas de producción de menta (*Mentha *spp.) y cardamomo (*Elettaria cardamomum *(L.) maton) en el departamento de Antioquia, Rionegro* [Informe interno final de proyecto]. AGROSAVIA.

Shahid, M., Shahzad, A., Malik, A., & Sahai, A. (2013). *Recent trends in biotechnology and therapeutic applications of medicinal plants*. Springer.

Suárez-Quiroz, M. L., Taillefer, W., López, E. M., González-Ríos, O., Villeneuve, P., & Figueroa-Espinoza, M. C. (2013). Antibacterial activity and antifungal and anti-mycotoxigenic activities against a *Spergillus flavus* and *A. ochraceus* of green coffee chlorogenic acids and dodecyl chlorogenates. *Journal of Food Safety*, *33*(3), 360-368.

Wang, X., Selvam, A., & Wong, J. W. (2016). Influence of lime on struvite formation and nitrogen conservation during food waste composting. *Bioresource Technology*, *217*, 227-232.

Westreicher, G. (2022). *Subproducto*. Economipedia. https://economipedia.com/definiciones/subproducto.html

Yousuf, T., Akter, R., Ahmed, J., Mazumdar, S., Talukder, D., Nandi, N. C., & Nurulamin, M. (2021). Evaluation of acute oral toxicity, cytotoxicity, antidepressant and antioxidant activities of Japanese mint (*Mentha arvensis* L.) oil. *Phytomedicine Plus*, *1*(4), Article 100140. https://doi.org/10.1016/j.phyplu.2021.100140

Zhou, Y., Selvam, A., & Wong, J. W. C. (2014). Evaluation of humic substances during composting of food waste, sawdust and chinese medicinal herbal residues. *Bioresource Technology, 168*, 229-234.

Zhou, Y., Selvam, A., Wong, J. W. C. (2018). Chinese medicinal herbal residues as a bulking agent for food waste composting. *Bioresource Technology*, *249*, 182-188.