



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR



DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA, BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**“Control de calidad botánica de las especias y hierbas
más comercializadas en la ciudad de Bahía Blanca
(Prov. de Buenos Aires)”**

ALUMNA: Munafo, Delfina

DIRECTORA: Pérez Cuadra, Vanesa

Bahía Blanca

2025

Fecha de defensa oral:

1 de septiembre de 2025



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR



DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA, BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**“Control de calidad botánica de las especias y hierbas
más comercializadas en la ciudad de Bahía Blanca
(Prov. de Buenos Aires)”**

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Firma del alumno

Firma del director

Título abreviado: Control de calidad botánica en especias y hierbas.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR



DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA, BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**“Botanical quality control of the most commercialized
spices and herbs in Bahía Blanca City (Buenos Aires
Province)”**

BACHELOR’S THESIS IN BIOLOGICAL SCIENCES

Short Title: Botanical quality control of spices and herbs

Agradecimientos

A mi directora, la Dra. Vanesa Pérez Cuadra, por toda la sabiduría, comprensión e infinita paciencia y ayuda a lo largo de este tiempo, y por nunca dejarme bajar los brazos frente a las frustraciones (que me llegan muy fácil). También, por alentarme en cualquier avance, por más pequeño que fuese.

A la Dra. Viviana Cambi, por permitir que esta Tesis sea llevada a cabo dentro del Grupo de Estudios de Botánica Básica y Aplicada, y por la buena predisposición e interés en mi trabajo. También, a las demás integrantes del laboratorio, Lic. Magalí Verolo y Dra. Karina Michetti, por la calma, la buena onda, y los ocasionales consuelos. Son cuatro excelentes personas y mi paso por su espacio de trabajo ha sido realmente enriquecedor. Por último pero no menos importante, al laboratorio de Algas y Hongos de la UNS, por permitirme el uso de su balanza de precisión, valiosa herramienta sin la cual el muestreo no hubiese sido posible.

A mis amigos de la vida y los que la universidad me dio. Encontrarlos en el camino y compartir tanto con ustedes me dio en muchas ocasiones la fuerza para seguir adelante. Gracias por tantas risas, llantos, viajes e interminables horas de cursada. No saben cuánto los quiero. A las Pibas de biología, 10 chicas increíbles con las que tuve la suerte de encontrarme y con las que he reído hasta llorar (o llorado hasta reír). Especialmente a Fiore, mi mejor amiga y confidente, por estar ahí cuando no había nadie, cuando el estrés universitario casi nos vencía, y sobre todo por ser una amiga increíble. A Valu, mi gran amiga y compañera botánica, con la que nos unen muchas cosas más que las plantas, por recorrer casi toda esta Tesis conmigo, escuchar con entusiasmo cada descubrimiento, y compartir la maternidad de Mérida (Figura 2 E).

A Franco, mi otra mitad y mejor amigo, quien comparte la vida conmigo, y más crisis universitarias ha aguantado. Por ayudarme a estudiar desde nombres de rocas hasta escamas de peces, por menos interés que tenga en el tema, siempre con ternura, dedicación, y muchos chistes. Gracias por el amor y contención incondicional, y por acompañarme y abrazarme en cada paso de este camino.

Por último, me gustaría agradecerle profundamente a mi familia. A mis papás, por darme la posibilidad de estudiar en una excelente universidad y permitirme elegir mi camino. Por formarme como la persona que soy y comprenderme cada día pre-rendida en el que iba a casa en llanto, siempre alentándome a seguir y confiando en mis capacidades más que yo misma. Y a Mamá especialmente por enseñarme a siempre levantarme, por más difíciles que se pongan las cosas, la persona más fuerte que conozco. Son los mejores que podrían haberme tocado. A mis hermanas, las primeras amigas que me dió la vida, gracias por estar para mí en todo momento, especialmente a Giuli, mi conviviente, con quien comparto en el día a día, cada alegría y cada llanto. A mis abuelos, por prenderme velas incansablemente cada vez que lo necesité. A mis tíos y primos, por cada palabra de aliento y pregunta con ilusión y curiosidad. A todos ellos, gracias por el amor.

Resumen

Las especias y hierbas de origen vegetal forman parte de la alimentación y medicina humana desde tiempos antiguos, siendo hasta el día de hoy productos ampliamente comercializados. Esta creciente demanda puede llevar a prácticas de adulteración y falsificación de las mismas. El objetivo de esta Tesis fue realizar el control de calidad botánica de especias y hierbas, tanto fraccionadas en origen como comercializadas a granel, frecuentemente utilizadas por la población de Bahía Blanca. Se aplicaron técnicas micrográficas para su estudio. En todos los casos se identificaron caracteres diagnósticos del componente genuino, observándose también diferentes contaminantes tanto de origen vegetal como no vegetal. Se detectaron falsificaciones en ambos tipos de productos en comercios de venta a granel, siendo las más afectadas las especias. En general, las especias y hierbas envasadas en origen presentaron mejor calidad botánica que las vendidas a granel, ya que los contaminantes hallados fueron, en su mayoría, considerados accidentales. Estos hallazgos subrayan la necesidad de implementar controles de calidad botánica sistemáticos como herramienta accesible y eficaz de detección de adulteraciones y/o falsificaciones, de manera de proteger a los consumidores mejorando la trazabilidad de estos productos.

Palabras clave: Condimentos, Micrografía, Adulteración.

Abstract

Plant-based spices and herbs have been part of human nutrition and medicine since ancient times and continue to be widely commercialized products today. This growing demand can lead to practices of adulteration and falsification. The objective of this Thesis was to do a botanical quality control of spices and herbs, both pre-packaged at origin and sold in bulk, commonly used by the population of Bahía Blanca. Micrographic techniques were applied for their analysis. In all cases, diagnostic features of the genuine component were identified, along with various contaminants of both plant and non-plant origin. Falsification was detected in both types of products sold in bulk, with spices being the most affected. In general, spices and herbs packaged at origin showed better botanical quality than those sold in bulk, as the contaminants found were considered mostly accidental. These findings highlight the need to implement systematic botanical quality controls as an accessible and effective tool for detecting adulteration and/or falsification, in order to protect consumers and improve the traceability of these products.

Key words: Condiments, Micrography, Adulteration.

Índice de contenidos

Introducción	1
Materiales y métodos	5
Tabla 1	6
Resultados	8
Análisis micrográfico de las especias y hierbas estudiadas.....	8
Especias.....	8
Ají molido (<i>Capsicum</i> spp.)	8
Cúrcuma (<i>Curcuma longa</i>).....	10
Pimentón (<i>Capsicum</i> spp.)	12
Pimienta negra (<i>Piper nigrum</i>).....	13
Hierbas	15
Albahaca (<i>Ocimum basilicum</i>).....	15
Laurel (<i>Laurus nobilis</i>).....	18
Orégano (<i>Origanum vulgare</i>).....	19
Perejil (<i>Petroselinum crispum</i>).....	21
Análisis de rótulos de las muestras envasadas en origen	24
Tabla 2	25
Tabla 3	26
Figura 1	27
Figura 2	28
Discusión	29
Importancia de los caracteres micrográficos diagnósticos en el control de calidad de especias y hierbas condimenticias	29
Especias comercializadas envasadas en origen (M) vs. vendidas a granel (D)	31
Hierbas comercializadas envasadas en origen (M) vs. vendidas a granel (D)	31
Presencia de partes de la especie vegetal genuina no incluidos en la denominación del producto según CAA	32
Contaminantes vegetales externos a la especie genuina	32
Contaminantes no vegetales	33
Evaluación de adulteraciones o falsificaciones de los productos condimenticios estudiados ...	34
Código Alimentario Argentino, mejoras a futuro	35
Conclusiones	36
Bibliografía	37

Introducción

Las especias y hierbas condimenticias han sido históricamente productos de especial interés, impulsando al hombre, por ejemplo, a aventurarse en viajes de exploración por rutas desconocidas o, incluso, iniciar conflictos bélicos con el fin de monopolizar su producción o comercialización. Esto se debe a que fueron, y son, valoradas al día de hoy, como riquezas únicas. Se las aprecia, no solo por sus propiedades organolépticas, que caracterizan con sus aromas y sabores diferentes productos, sino también por sus usos medicinales. Estas se aplican desde hace al menos 60.000 años, en el tratamiento de diferentes dolencias, favoreciendo así la salud y el bienestar general (Pochettino, 2015; Giannenas *et al.*, 2020). En la actualidad, el uso medicinal de especias y hierbas ha incrementado su popularidad debido a la preferencia de la población por alternativas naturales así, como también, a los menores costos que presentan en comparación con medicamentos de síntesis (López Rosas *et al.*, 2023).

En referencia al uso culinario de especias y hierbas, su combinación específica se relaciona con perfiles gustativos particulares característicos de distintas regiones. Es así que las características organolépticas que confieren, determinan un sentido de pertenencia, relacionándose con la historia de los pueblos (Ulloa, 2006). En regiones donde la multiculturalidad es la base de las naciones, como es el caso de nuestro país, el uso particular de estos condimentos vegetales deja una impronta en la gastronomía local, convirtiéndose en parte del acervo cultural del país (Pochettino, 2015).

Las definiciones de condimento, especias y hierbas aromáticas o condimenticias muchas veces son confusas, e incluso en algunos casos pueden utilizarse indistintamente cuando en realidad tienen significados diferentes. Según la Real Academia Española (RAE) (2025) un condimento es aquello que sirve para sazonar la comida y darle buen sabor. Resulta claro que este es un concepto amplio, pudiendo involucrar diferentes sustancias, tanto naturales como sintéticas. Específicamente una especia es un ingrediente de origen vegetal que remite a sabores picantes y pungentes, muy aromáticos y estimulantes; provienen de plantas originarias de zonas tropicales particularmente de sus cortezas, rizomas, flores, frutos y semillas. Mientras que se entiende por hierbas aromáticas o condimenticias, a aquellas plantas herbáceas (con excepción de alguna leñosa), muy aromáticas, cuyas hojas, tallos jóvenes y flores, se consumen frescas o secas y provienen de especies, en general, nativas de la región Mediterránea (Pochettino, 2015). El Código Alimentario Argentino (CAA) define a los condimentos vegetales sin hacer distinción entre las categorías mencionadas anteriormente. En este, simplemente consta que “Con la denominación genérica de Especias o Condimentos vegetales, se comprenden ciertas plantas o partes de ellas que por contener sustancias aromáticas, sápidas o excitantes se emplean para aderezar, aliñar o mejorar el aroma y el sabor de los alimentos y bebidas” (CAA, 2025).

Las especias y hierbas condimenticias, pueden adquirirse en comercios generalistas o especializados. Básicamente, en los comercios generalistas (supermercados, hipermercados, etc.) se encuentran productos, pertenecientes a diferentes marcas comerciales, fraccionados en origen. En cambio, en los comercios especializados (dietéticas, almacenes naturales, locales de venta de especias, etc.), además de éstos, se comercializan, en otras formas, como a granel o en envases sub-fraccionados

por el mismo comercio. Estos últimos dos casos, comúnmente no presentan un etiquetado formal o reglamentario. Los condimentos vegetales que se venden a granel, los comercios minoristas los adquieren de proveedores mayoristas. Usualmente, estos proveedores, entregan la mercadería en envases donde consta un rótulo que indica ingredientes, lugar de procedencia, fecha de envasado y vencimiento, entre otros detalles importantes. Sin embargo, el establecimiento de venta al público, usualmente, omite exhibir o replicar el rótulo original en el fraccionamiento minorista, impidiendo al consumidor realizar una valoración del producto adquirido (Pochettino, 2015; Kumar *et al.*, 2024).

En nuestro país, todos los productos con fines alimenticios de cualquier tipo deben registrarse por lo reglamentado dentro del CAA (2025). Allí se detallan especificaciones en cuanto a la normativa sobre etiquetado, contenido y límites de diversos tipos de contaminantes para cada producto. También se detallan indicaciones precisas que permiten identificar distintas alteraciones que pueden encontrarse en los alimentos manufacturados. Como punto base de comparación se establece la definición de alimento genuino, que es aquel que incluye sólo las materias primas autorizadas por los artículos específicos del CAA, y se expende bajo la denominación y rotulados legales respecto a su origen, naturaleza y calidad. Si un alimento que se comercializa, contiene agentes vivos, orgánicos o inertes ajenos o propios del producto pero en cantidades excedidas a las permitidas, sean o no desagradables y/o riesgosos para la salud, éste se clasifica como alimento contaminado. Además, si un alimento se asemeja en apariencia general al alimento legítimo, sin serlo, denominándose como este, y/o se indica una procedencia falsa, es considerado un alimento falsificado. Por último, la categoría de alimento adulterado comprende a todos aquellos que carezcan de manera total o parcial de las porciones útiles del alimento original declarado, sean estas partes reemplazadas o no (CAA, 2025).

Todas estas normativas son especialmente importantes en relación a los productos condimenticios debido a que, frecuentemente, son susceptibles a ser adulterados con el fin de obtener mayores utilidades económicas. En muchos casos las especies vegetales que conforman las diferentes especias y/o hierbas condimenticias tienen altos costos de producción, y/o procesamiento, lo que hace que su costo de venta sea elevado, propiciando la aparición de situaciones ilícitas (Osman *et al.*, 2019). Es por esto que resulta necesario realizar controles rutinarios que aseguren la calidad de este tipo de productos, de manera de resguardar así a los consumidores. En el CAA está comprendido el control de calidad para todos los alimentos autorizados a comercializarse en Argentina. En cuanto a especias y hierbas condimenticias se sugieren distintas técnicas para la identificación de órganos enteros, molidos y/o fragmentados, como así también para la determinación de impurezas, sugiriendo, además, bibliografía específica de referencia. En relación a los productos de origen vegetal, el CAA reglamenta los controles que apuntan a garantizar la pureza, calidad y genuinidad de las materias primas vegetales que los conforman. Este último punto constituye la base de lo que se conoce como control de calidad botánica de un producto.

Los controles de calidad botánica se basan en la observación macro y microscópica del material vegetal que constituye un producto manufacturado. Particularmente las características individuales de las células, o grupos de ellas, que conforman los tejidos vegetales de diferentes especies, permiten

asociar de qué órgano y/o especie vegetal provienen, así como también identificar adulterantes y contaminantes de diferentes tipos. Fue Mathias Schleiden, en 1838, quien resaltó la importancia del análisis microscópico de las estructuras vegetales aplicado a la identificación de la presencia de una especie vegetal en una muestra determinada (Kraemer, 1920), base fundamental de lo que hoy se conoce como micrografía vegetal (Upton *et al.*, 2011). La micrografía vegetal es un método de análisis aplicable al control de calidad botánica de diferentes productos (alimentos, condimentos, fitoterápicos, etc.), que hace uso de la identificación de caracteres morfo-anatómicos individuales, y/o combinación de éstos, para la identificación del material constitutivo (World Health Organization, 1998; Nafiu *et al.*, 2017; Michetti *et al.*, 2019).

Las materias primas vegetales utilizadas con diferentes fines, deben someterse a análisis micrográficos (enmarcados en controles de calidad botánica) de manera de certificar su genuinidad, y, consecuentemente, asegurar la integridad del producto derivado. Este es un punto importante a destacar ya que existen diferentes variables que pueden influir en la genuinidad de las materias primas vegetales. Estas variables pueden ser desde accidentales hasta intencionales, y producirse en diferentes momentos del proceso productivo generando así un producto final con presencia de contaminantes (Ahmad *et al.*, 2006; Barnes, *et al.*, 2007; Ahad *et al.*, 2021). Además, en general un control de calidad botánica se complementa y potencia con controles químicos y bromatológicos, lo cual redundaría en asegurar no sólo la calidad del producto, si no también la salud integral de los consumidores (Ahmad *et al.*, 2014; Ahad *et al.*, 2021). Un ejemplo interesante acerca de la potencialidad de la combinación de los controles de calidad botánica con métodos químicos/bioquímicos analíticos, se da en la detección de harinas no aptas para el consumo de celíacos o intolerantes al gluten. Generalmente, los controles se realizan utilizando un método de antígeno-anticuerpo, siendo estos análisis de elevados costos para controles de rutina. Sumar a estos controles evaluaciones micrográficas previas de los productos en cuestión, permitiría una rápida y económica detección e identificación de granos de almidón provenientes de diferentes harinas (Cortella & Pochettino 1994; Torrence *et al.*, 2004). En caso de hallar en un producto comercializado como apto celiaco, granos de almidón (indicador indirecto de la presencia de gluten) provenientes de harinas no permitidas, se derivaría, a la cuantificación específica de gluten, el producto con una sospecha cierta de adulteración.

Los controles de calidad botánica, cuando se desarrollan de manera sistemática, constituyen una herramienta valiosa que, implementada por los órganos de control, advierte a compradores y vendedores, sobre la calidad de los productos que se comercializan, les ayuda a hacer una mejor selección del producto a adquirir y del lugar y/o proveedor dónde hacer la compra. Sin embargo, no son todo lo frecuentes que debieran. Esto se debe a que al diseñar protocolos para el desarrollo de controles de calidad de rutina, éstos se relacionan con parámetros bromatológicos (contaminación con patógenos varios, presencia de ciertos químicos, etc.) pero no apuntan a constatar la genuinidad de la materia prima que da origen a un producto, siendo de especial interés, por todo lo expuesto hasta aquí, hacerlo en aquellos a base de vegetales. A nivel internacional, se realizaron diversos estudios de control de calidad botánica en diversos productos como *Curcuma longa* (De Sales Mélo *et al.*, 2021; Da Silva *et al.*, 2021),

Origanum sp. (Varela & Ricco, 2012), chile en polvo, coriandro (Sen *et al.*, 2017) entre otros, encontrándose adulterantes varios tales como harinas de diferentes cereales, especies no declaradas en el rótulo, colorantes no permitidos, etc. En particular, en la ciudad de Bahía Blanca se han desarrollado controles relacionados con proyectos de investigación científica en productos fitoterápicos (Alza & Cambi, 2009; Turano & Cambi, 2009; Michetti *et al.*, 2019) y en otros destinados a infusiones (De Palma *et al.*, 2013; Querejazú *et al.*, 2013), encontrándose también adulterantes de diferente tipo. Esto demuestra que la problemática en cuanto a la presencia de diferentes adulterantes/contaminantes en productos a base de plantas es una situación que requiere de más estudios al respecto, no sólo esporádicos sino sostenidos en el tiempo y en una amplia variedad de estos productos.

El objetivo de esta Tesis de Grado fue realizar el control de calidad botánica de productos condimenticios fraccionados en origen (provenientes de marcas comerciales registradas) y vendidos a granel o fraccionados localmente (sin marca comercial registrada), y evaluar si existe una diferencia en la calidad botánica de los productos expendidos en comercios generalistas con respecto a los encontrados en tiendas especializadas, comercializados en la ciudad de Bahía Blanca (Provincia de Buenos Aires).

Materiales y métodos

Este estudio se desarrolló en la ciudad de Bahía Blanca, cabecera del partido homónimo, que se encuentra ubicada en el sudoeste de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). Esta se ha consolidado como un importante centro comercial, cultural, educativo y deportivo del interior del país, siendo el número total de habitantes de 336.557 (INDEC, 2022). La población de la ciudad experimentó un crecimiento demográfico marcado, hacia la segunda mitad del siglo XIX, debido al establecimiento masivo de inmigrantes europeos (Bracamonte & Cernadas, 2019). Esto hace que la mayoría de la población de la ciudad posea esa ascendencia. La composición étnica y cultural de la ciudad se manifiesta en los gustos y preferencias de sus habitantes, los cuales se expresan en distintos aspectos de la vida cotidiana, siendo uno de ellos, la cocina (D'Sylva & Beagan, 2011; Reddy & van Dam, 2020).

Para este estudio se seleccionaron cuatro especias y cuatro hierbas de las más frecuentemente utilizadas por la población de la ciudad de Bahía Blanca. Las especias fueron: ají molido, cúrcuma, pimentón y pimienta negra molida; mientras que las hierbas fueron: albahaca, laurel triturado, orégano y perejil (Tabla 1). En ambos casos se trata de productos de tipo monocomponente.

De cada una de las especias y hierbas se obtuvieron tres muestras diferentes correspondientes a distintas marcas comerciales registradas (identificadas como M1, M2 y M3), y tres vendidas a granel en diferentes establecimientos (los establecimientos se identificaron como D1, D2 y D3) (Tabla 1). En el caso particular de las marcas comerciales, dos marcas presentaron prácticamente todos los productos condimenticios seleccionados, a excepción de albahaca (M1), laurel triturado (M2) y cúrcuma (M1 y M2) (Tabla 1). Debido a que no se encontró una tercera marca comercial que esté disponible en la ciudad, y que ofrezca todos los productos a estudiar, se debieron seleccionar diferentes marcas que conforman la categoría M3 (Tabla 1). Estos productos fraccionados en origen se adquirieron en comercios generalistas (supermercados) mientras que los que se comercializan a granel se obtuvieron en comercios especializados en este tipo de venta (dietéticas/almacenes naturales y casas de venta de especias). En este caso, dos de los comercios especializados seleccionados (D1 y D3) no ofrecían laurel triturado, por lo que se analizó su versión pulverizada. El comercio D2, no ofrecía ningún tipo de laurel, triturado o en polvo.

Categoría	Identificación		Especias				Hierbas			
			Ají Molido	Cúrcuma	Pimentón	Pimienta negra	Albahaca	Laurel triturado	Orégano	Perejil
Marcas comerciales envasadas en origen	M1		X	-	X	X	-	X	X	X
	M2		X	-	X	X	X	-	X	X
	M3	M _{3,1}	-	-	-	-	-	X	-	X
		M _{3,2}	X	-	-	-	X	-	-	-
		M _{3,3}	-	-	-	X	-	-	X	-
		M _{3,4}	-	-	X	-	-	-	-	-
M _{3,5}		-	X	-	-	-	-	-	-	
Venta a granel	D1		X	X	X	X	X	X	X	X
	D2		X	X	X	X	X	-	X	X
	D3		X	X	X	X	X	X	X	X

Tabla 1. Detalle de las muestras analizadas. M: Marca comercial. D: Establecimiento de venta a granel. M3 categoría conformada por diversas marcas. X: muestra obtenida/ -: muestra no disponible.

Cada una de las muestras se fraccionó en tres partes correspondientes al sector superior, medio e inferior del envase obtenido. De cada parte se pesó (utilizando una balanza electrónica de precisión) una fracción de 0,1 g. A su vez, de cada una, se tomaron tres submuestras para la realización del control de calidad botánica. En total se realizaron nueve observaciones por envase, concluyendo en un total de 387 muestras analizadas.

Se aplicaron diferentes técnicas micrográficas especiales y/o microquímicas según se consideró necesario. Para algunas especias en polvo o trituradas (pimienta, ají) fue necesario realizar un molido extra (haciendo uso de una varilla de vidrio sobre el portaobjetos o un mortero) hasta obtener un grano más fino. Se utilizó el reactivo de Lugol para la detección de almidón (D´Ambrogio de Argüeso, 1986) y también, Floroglucinol a fin de poner en evidencia la presencia de lignina/suberina (D´Ambrogio de Argüeso, 1986). En el caso particular de la cúrcuma, su pigmento natural (curcumina) dificulta la visualización de los elementos diagnósticos micrográficos, por lo que se procedió a realizar un lavado de dicho pigmento a través de una modificación de la técnica denominada “maceración” o “remojo” (Manasa *et al.*, 2023). Para esto se dispuso la muestra en agua caliente dejándola reposar por 10 minutos. En las muestras de albahaca, ají molido, laurel, orégano y perejil se aplicó la técnica de disociado débil (D´Ambrogio de Argüeso, 1986), ajustando el tiempo de hervor en NaOH al 5% según la dureza del material.

Es importante destacar que en algunos casos se recurrió al análisis de muestras patrón (especie vegetal correspondiente a la materia prima del producto con identificación taxonómica certera).

Particularmente, para la observación de las características sobre material fresco de la muestra patrón de *Laurus nobilis* (laurel) fue necesario aplicar la técnica de diafanizado (D´Ambrogio de Argüeso, 1986).

Luego de la preparación de las muestras de especias y hierbas, se confeccionaron preparados frescos para su estudio bajo microscopio óptico siguiendo un diseño de guarda griega. Se analizó cada preparado, tomando como referencia los caracteres diagnósticos de cada especie vegetal citados por la bibliografía (Jackson & Snowdon, 1990; Winton & Winton, 1939). Además, se registraron otros caracteres micrográficos que contribuyen a la identificación de los componentes y que no han sido previamente considerados. Se analizaron en detalle los contaminantes vegetales y no vegetales presentes. Cada elemento de interés fue registrado mediante microfotografías digitales.

Para la identificación de algunos contaminantes no vegetales, tales como hongos y artrópodos, se consultó a expertos en dichas áreas. En el caso de los contaminantes fúngicos se consultó a la Dra. Virginia Biachinotti. Para los artrópodos, se recurrió a los Dres. Natalia Stefanazzi y Emiliano Jesser.

Además, para las muestras que se venden fraccionadas bajo marcas comerciales registradas, se analizaron los rótulos declarados en los empaques de acuerdo con la legislación vigente (CAA, 2025).

Resultados

Los resultados se han organizado en dos secciones, en la primera se detalla el análisis micrográfico de las especias y hierbas aromáticas estudiadas, mientras que la segunda, se centra en el análisis de rótulos de las muestras envasadas en origen. En la primera sección se mencionan las Especias y luego las Hierbas condimenticias. En cada especia/hierba se detalla, al inicio, la definición textual para ese producto según el CAA (2025), luego se comentan brevemente aspectos organolépticos que se observaron al abrir los envases de cada producto. Posteriormente se mencionan los caracteres micrográficos que permitieron reconocer la materia prima genuina, para luego detallar las características de los contaminantes de origen vegetal y no vegetal encontrados en cada muestra. Además, se encontrarán citadas, donde corresponda, las muestras envasadas en origen y/o comercializadas a granel en diferentes establecimientos siguiendo la abreviatura propuesta en la Tabla 1 (M1, M2, M3, D1, D2, D3).

Análisis micrográfico de las especias y hierbas estudiadas

Especias

Ají molido (*Capsicum* spp.)

“Con el nombre de Ají molido, pisado, triturado o picado, se entiende el polvo grosero formado por la trituración de los frutos sanos y limpios de pimientos de diferentes clases y procedencias, desmenuzados sin separación de partes internas ni semillas” (CAA, 2025).

Formando parte del producto se observan trozos de diferentes tamaños de frutos, semillas y pedúnculos. En dos de las muestras adquiridas a granel (D2-D3) se encontraron trozos notablemente grandes de fruto, junto a restos leñosos de tallo y otros contaminantes, además de evidenciarse una textura y color diferente al del resto de las muestras. La especia tiene color uniforme, aunque se observa una variación en el mismo entre las diferentes muestras, desde rojizo intenso hasta anaranjado (o “color ladrillo”). Al abrir el envase se percibe un aroma punzante aunque dulce, notablemente fuerte.

Análisis de la materia prima genuina encontrada

En cuanto al análisis microscópico, la mayor parte de los restos de tejidos están rodeados de pequeñas gotas de aceite de color rojo anaranjado o amarillo brillante (sólo en algunas de las muestras envasadas en origen se declara al aceite de girasol como ingrediente, ver Tabla 2).

Se observan restos de epicarpo del fruto, en los cuales se pudo identificar una cutícula con gruesas estriaciones sobre células de paredes engrosadas (en mayor o menor medida) y forma generalmente rectangular. Se encuentran también, restos de células parenquimáticas de paredes engrosadas que conforman la hipodermis de estos frutos. Asociados al epicarpo, usualmente se encuentran restos de mesocarpo, conformados por células parenquimáticas de paredes muy finas, que

contienen gran cantidad de gotas de aceite de color rojo brillante, también conocidas como células oleíferas (Figura 1 A). Junto a éstas células se observan grupos de esclereidas poligonales, que corresponden al endocarpo del fruto. Por último, se hallaron también restos de semillas, que se reconocen mayormente por los restos de tegumento formado por células de gran tamaño con paredes onduladas, engrosadas y de color amarillento. Se encuentran, también, células pertenecientes al endosperma que contienen gránulos de aleurona.

Contaminantes de origen vegetal

Restos de órganos vegetativos/reproductivos propios de la especie que no deben formar parte del producto:

- Restos de epidermis caulinar formadas por células cuadrangulares y tricomas eglandulares uniseriados multicelulares de paredes verrucosas (M1-2; D2).
- Restos de epidermis de sépalos con estomas anomocíticos y tricomas glandulares cuya cabeza, multiseriada, está compuesta por entre cuatro y ocho células, siendo su pie unicelular (M1-3; D1).
- Braquiesclereidas pertenecientes al pedúnculo (M1-3; D1).

Restos de diferentes órganos o estructuras pertenecientes a Eudicotiledóneas:

- Restos de semillas de soja (*Glycine max*) identificadas por las características del tegumento seminal que está formado por una capa de macrosclereidas seguida de otra de osteosclereidas (Figura 2 A), parénquima característico y sin cantidades significativas de almidón (en D2 se encontró y analizó una semilla entera).
- Restos de semillas de otras Fabáceas identificadas por las características del tegumento seminal que está formado por una capa de macrosclereidas seguida de otra de osteosclereidas (de menor tamaño que las que se encuentran en soja) acompañados de parénquima con cantidades significativas de almidón de diversas morfologías compatibles con las especies de esta familia (D3).
- Restos de hojas con células epidérmicas de paredes levemente onduladas, estomas tetracíticos y drusas en las vainas parenquimáticas de los haces vasculares (M2).
- Restos de epidermis con aparatos estomáticos ciclocíticos (M3).

Restos de diferentes órganos o estructuras pertenecientes a Monocotiledóneas Poáceas:

- Salvado de trigo (*Triticum aestivum*) identificado por los restos de glumas, pericarpo y tejido de reserva del fruto (Figura 2 B-C). Se observan abundantes remanentes de epicarpo conformado por células alargadas dispuestas en hileras junto a restos de glumas con tricomas unicelulares eglandulares muy largos. También se reconoce lo que Winton & Winton (1932) llaman espermodermis, actualmente llamado episperma (Font Quer, 1963), que consiste en una estructura constituida por dos capas de células, ambas conformadas por células alargadas. La

dirección del eje longitudinal de las células en una y otra capa se encuentra rotada en un ángulo de 90° es decir que sus células se disponen de manera perpendicular. También se encuentran restos del endosperma formado por la capa de aleurona y parénquima amiláceo. Estos tejidos se observaron teñidos de color anaranjado-rojizo (D2-3).

Granos de polen:

- Bisaculares correspondiente a *Pinus* sp. (en la totalidad de las muestras).
- Espinosos (M3; D3).

Harinas/féculas:

- Granos de almidón de trigo (*Triticum aestivum*). Simples, de forma redondeada e hilo puntiforme central (M1-2; D2-3).
- Almidón desnaturalizado (M1-2).

Contaminantes de origen no vegetal

- Hongos: tanto hifas en desarrollo dentro de los tejidos del fruto y de los contaminantes, como conidios sobre restos de los mismos.
 - Conidios y conidióforos de *Alternaria* spp. (todas las muestras) (Figura 2 G) y *Cercospora* spp. (M1; D3).
 - Hifas transparentes en las cuales no se observan tabiques, que surgen de basidiosporas amigdaliformes (Figura 2 H), con marcado desarrollo dentro de células del mesocarpo (M3; D1,3).
 - Hifas tabicadas de color marrón oscuro a negro, ocasionalmente con contenido refringente (M1-3).
- Artrópodos:
 - Estadío larval vivo, cuya descripción morfológica permite reconocerla como perteneciente a la familia Dermestidae (dentro de la cual hay especies conocidas como plagas de granos almacenados) (Figura 2 E) (M2).
 - Setas y exuvias completas de la larva citada anteriormente (Figura 2 F) (M2-3).
 - Otros restos de extremidades de artrópodos (D3).

Cúrcuma (*Curcuma longa*)

“Con el nombre de Cúrcuma, se entiende el rizoma sano, limpio y seco de la *Curcuma longa* L.”
(CAA, 2025).

El aspecto macroscópico no difiere demasiado entre las diferentes muestras analizadas. Se aprecia un polvo uniforme con textura muy fina, en algunas muestras de textura más arenosa. El color es amarillo intenso más o menos anaranjado (la variación es notoria entre las muestras). El aroma es

terroso especiado intenso, con excepción de una de las muestras adquiridas a granel (D2), que presenta un aroma particularmente suave.

Análisis de la materia prima genuina encontrada

El principal carácter micrográfico diagnóstico observado es el tipo de grano de almidón. Éstos son en general ovalados a ovados, con el hilo excéntrico en el extremo más estrecho, menos frecuentes son los granos poligonales a cuadrangulares o amorfos. Los del primer tipo son los de mayor tamaño. El almidón se puede encontrar en las muestras como granos sueltos, dentro de las células del parénquima reservante del órgano o como cúmulos de almidón desnaturalizado (Figura 1 B). También se hallaron restos de epidermis del rizoma con tricomas propios de la especie, eglandulares unicelulares de gran tamaño y de paredes engrosadas.

Contaminantes de origen vegetal

Granos de polen:

- Bisaculares correspondiente a *Pinus* sp. (D1).
- Lisos (M3).

Harinas/féculas:

- Granos de almidón de arroz (*Oryza sativa*). Compuestos, los granos individuales muy pequeños, poliédricos a subesféricos con hilo puntiforme central (D2-3).
- Granos de almidón de avena (*Avena sativa*). Compuestos, los granos individuales pequeños, poliédricos sin hilo visible y en menor cantidad granos simples en forma de huso (D2-3).
- Granos de almidón de maíz (*Zea mays*). Suelos y dentro de células del endosperma cuadrangulares a prismáticas. Granos simples, poliédricos con hilo central lineal: forma X, Y, etc. (D2-3).
- Granos de almidón de trigo (*Triticum aestivum*). Granos de almidón típicos (ver características diagnósticas en Ají molido) (D1-3).

Contaminantes de origen no vegetal

- Hongos:
 - Conidios de *Alternaria* spp. (Figura 2 G) (M3; D1-3).
 - Esporas amigdaliformes de color oscuro (D1).
 - Hifas en desarrollo sobre un tejido cuya morfología no se pudo identificar debido al deterioro del mismo (D1).
- Artrópodos:
 - Variedad de trozos de diferentes apéndices y partes del cuerpo (D1).

Pimentón (*Capsicum spp.*)

“Con la denominación genérica de Pimentón o Páprika, se entiende el producto obtenido de la molienda de los frutos de Pimiento para pimentón. Debe encontrarse libre de agregados de aditivos o sustancias extrañas.” (CAA, 2025).

Su textura es de polvo fino y de color rojizo, excepto en las muestras D2 y D3 donde la textura es mucho más granulosa. Algunas de las muestras se encontraron notoriamente aglutinadas. El aroma es especiado dulce, particularmente suave en las muestras D2 y D3.

Análisis de la materia prima genuina encontrada

La mayor parte de los restos de tejidos se encuentran formando cúmulos, rodeados por gotas de aceite tanto de color rojo como amarillo brillante (en este caso, ninguna de las marcas envasadas declaraba presencia de aceite de girasol). Los caracteres micrográficos observados son los mismos a los descritos para ají molido, con la diferencia de que los restos son mucho más pequeños, encontrando más frecuentemente células sueltas. Se debe destacar que, comparativamente, la cantidad de tejidos seminales es mayor que en el ají. Sólo en una de las muestras (D1) fue posible observar los cristales microesfenoidales del mesocarpo mencionados como característicos por Jackson & Snowdon (1990).

En las muestras D2 y D3 el hallazgo de caracteres micrográficos diagnósticos fue especialmente escaso, encontrándose solo algunas porciones de epicarpo, esclereidas (Figura 1 C), tegumento seminal y células del endosperma con gránulos de aleurona.

Contaminantes de origen vegetal

Restos de órganos vegetativos/reproductivos propios de la especie que no deben formar parte del producto:

- Trozos de tallo y pedúnculo, con células epidérmicas de paredes rectas y tricomas cobertores glandulares (M1-3).
- Restos de epidermis con estomas anisocíticos, presentes tanto en pedúnculo como en piezas de sépalos (M1-3).
- Tricomas cobertores del pedúnculo, glandulares multicelulares uniseriados de paredes verrucosas (suelos) (M3; D1).

Restos de diferentes órganos o estructuras pertenecientes a Eudicotiledóneas:

- Semillas de soja (*Glycine max*) (ver características diagnósticas en Ají molido). Todo este material se encuentra teñido de color rojo (D2).

Restos de diferentes órganos o estructuras pertenecientes a Monocotiledóneas Poáceas:

- Salvado de trigo (*Triticum aestivum*) (Figura 2 B-C) (ver características diagnósticas en Ají molido) (D2-3).

Granos de polen:

- Bisaculares correspondiente a *Pinus* sp. (M1- 3; D1).
- Lisos (en ocasiones se observaron hidratados) (M1- 3; D1).

Harinas/féculas:

- Granos de almidón de maíz (*Zea mays*) (ver características diagnósticas en Cúrcuma) (M2; D2-3 prácticamente todo el contenido de la muestra se corresponde con gránulos de almidón).
- Granos de almidón de trigo (*Triticum aestivum*) (ver características diagnósticas en Ají molido) (M1-2).
- Almidón desnaturalizado (M1-3; D1 escasos).

Contaminantes de origen no vegetal

- Hongos:
 - Hifas y conidios de *Alternaria* spp. (Figura 2 G) no relacionados con material vegetal (en todas las muestras).
- Artrópodos:
 - Restos de patas (M1-3).

Pimienta negra (*Piper nigrum*)

“La Pimienta Negra es el fruto incompletamente maduro y seco procedente del *Piper nigrum* L.”
(CAA, 2025).

El contenido consiste en una mezcla de una fracción polvosa con otra formada por trozos grandes del fruto. El color varía entre color gris y marrón. El aroma al abrir el envase es punzante, a excepción de la muestra D3 que no lo presenta.

Análisis de la materia prima genuina encontrada

Se observan restos de epicarpo, constituido por células que contienen pigmentos oscuros y pequeños prismas de oxalato de calcio. Se encuentran también porciones del mesocarpo externo identificado por la presencia de grupos de esclereidas rectangulares a poligonales, de paredes moderadamente a notoriamente engrosadas. El mesocarpo externo generalmente está adosado a restos de mesocarpo interno, compuesto por células de paredes delgadas. Algunas de estas células presentan mayor tamaño y contienen aceites, por lo que se denominan células oleíferas.

Se hallan también restos de endocarpo que se reconocen por una capa de células poligonales de paredes lignificadas (de tamaño y forma más uniforme que las esclereidas del mesocarpo) y onduladas.

Estas células se encuentran asociadas al tegumento seminal, que está formado por dos capas de células, la externa contiene pigmentos rojizos-amarronados y la interna es hialina.

Sin embargo, el carácter micrográfico diagnóstico más frecuente es la presencia de granos de almidón compuestos (en ocasiones desnaturalizados) dentro de células de paredes finas que forman parte del perisperma de la semilla (Figura 1 D).

Contaminantes de origen vegetal

Restos de órganos vegetativos/reproductivos propios de la especie que no deben formar parte del producto:

- Restos de brácteas florales caracterizados por tricomas eglandulares simples multicelulares constituidos por células redondeadas de paredes lisas (M1- 2; D1-3).

Restos de diferentes órganos o estructuras pertenecientes a Eudicotiledóneas:

- Tricomas eglandulares estrellados (M3).
- Tricomas eglandulares ramificados (M2).
- Drusas (M3).

Restos de diferentes órganos o estructuras pertenecientes a Monocotiledóneas Poáceas:

- Salvado de trigo (*Triticum aestivum*) (Figura 2 B-C) (ver características diagnósticas en Ají molido) (D3).
- Restos de epidermis foliar constituida por células largas de paredes onduladas (M1).
- Aristas de frutos (D1).

Granos de polen:

- Bisaculares correspondiente a *Pinus* sp. (M1-3; D1).
- Lisos (en ocasiones se observaron hidratados) (M1-3; D1).
- Tricolpados (M1-3; D1).
- Hexacolpados (M1-3; D1).

Harinas/féculas:

- Granos de almidón de arroz (*Oryza sativa*) (ver características diagnósticas en Cúrcuma) (M1; mayor constituyente en D2 teñido de gris amarronado).
- Granos de almidón de maíz (*Zea mays*) (ver características diagnósticas en Cúrcuma) (D2).
- Granos de almidón de trigo (*Triticum aestivum*) (ver características diagnósticas en Ají Molido) (mayor constituyente en D3 teñido de gris amarronado).

Contaminantes de origen no vegetal

- Hongos:

- Conidios de *Alternaria* spp. (Figura 2 G) (M2-3; D2).
- Artrópodos:
 - Restos varios (M2-3).
- Material inorgánico (tierra, piedras, carbón) (presentes en todas las muestras).

Hierbas

Albahaca (*Ocimum basilicum*)

“Se entiende por albahaca desecada, las hojas sanas y limpias, desecadas, del *Ocimum basilicum* L., variedad grande, y del *Ocimum minimum* L., variedad pequeña.” (CAA, 2025).

El aspecto general de este producto consiste en hojas de trozado mediano, de color verde (varía desde tonalidades más intensas a más suaves o descoloridas), algunas de ellas constituidas por una mayor proporción de tallos. La intensidad de la fragancia varía, siendo siempre la esperada para la hierba. En una de las muestras adquiridas a granel (D2), el aroma fue particularmente leve, muy diferente al encontrado en las demás.

Análisis de la materia prima genuina encontrada

Los caracteres micrográficos foliares observados para esta especie son: la morfología de las células epidérmicas, disposición de los estomas y los tricomas glandulares y eglandulares. Las células epidérmicas presentan paredes delgadas y onduladas, los estomas son diacíticos. En cuanto a los tricomas glandulares, los hay de dos tipos. Los del primer tipo poseen una cabeza formada por cuatro a ocho células y una célula basal o pie que se inserta en pequeñas depresiones de la epidermis (Figura 1 E). Los del segundo, poseen la cabeza unicelular (ocasionalmente bicelular) y un pie, también, unicelular. Los aceites que contienen ambos tipos de tricomas glandulares son coloreados, en los de cabeza multicelular son de color marrón oscuro, en cambio, en los de cabeza uni o bicelular se observan de color anaranjado brillante. Los tricomas eglandulares son cónicos multicelulares uniseriados, compuestos, generalmente, por entre dos y seis (pueden llegar hasta 12 o más) células con sus paredes marcadamente verrucosas. Éstos se encuentran en mayor cantidad que los glandulares.

Contaminantes de origen vegetal

Restos de órganos vegetativos/reproductivos propios de la especie que no deben formar parte del producto (M1-3; D1-3):

- Gran cantidad de piezas florales (restos de sépalos, anteras, etc), con abundantes tricomas de los tres tipos descritos anteriormente.

- Trozos de frutos e incluso frutos enteros, la parte superficial del pericarpio está conformada por células poligonales pequeñas que presentan cristales cuadrangulares de oxalato de calcio (M2-3; D1).
- Abundantes granos de polen (hexacolpados de superficie reticulada, con seis surcos o hendiduras que si se encuentran abiertas son de superficie “lisa”).

Restos de diferentes órganos o estructuras pertenecientes a Eudicotiledóneas:

- Restos de hojas de olivo (*Olea europaea*) identificadas por la presencia de tricomas eglandulares peltados característicos y esclereidas filiformes dispersas en el mesofilo (D2-3).
- Restos de hojas cuya epidermis presenta estomas anomocíticos y cuatro tipos de tricomas. Glandulares de cabeza y pie unicelular. Eglandulares unicelulares de paredes lisas, multicelulares estrellados y otros bifurcados (en V). Se observan drusas en las vainas parenquimáticas que rodean a los haces vasculares. Restos pertenecientes probablemente a una especie de Malváceas (M3).
- Restos de hojas con epidermis que presentan cuatro tipos de tricomas: glandulares sésiles uni o bicelulares con contenido de color anaranjado y otros capitados con cabeza unicelular y pie de entre cinco y diez células, eglandulares estrellados y otros unicelulares flexuosos (Leguizamón *et al.*, 2014). Se observa también la presencia de drusas en el mesófilo. Restos pertenecientes probablemente a una especie de Malváceas (D1,3).
- Restos de semillas de Fabáceas (ver características diagnósticas en Ají Molido) (D2-3).
- Restos de hojas con epidermis formada por células con paredes levemente onduladas y estomas anomocíticos. Tricomas glandulares con cabeza secretora biseriada de dos o cuatro células y una célula basal de forma triangular. Se observan drusas y algunos cristales cuadrangulares en las vainas parenquimáticas de los haces vasculares, que también presentan una sustancia ergástica rojiza (M3; D3).
- Restos de hojas cuya epidermis presenta estomas anomocíticos. Se observan dos tipos de tricomas: glandulares de cabeza secretora biseriada formada por entre cuatro y seis células, y sólo una o dos células basales o del pie, y eglandulares unicelulares muy grandes de extremos ahusados. Se encuentran sustancias ergásticas rojizas y gran cantidad de drusas y cristales prismáticos en las vainas parenquimáticas de los haces vasculares (D1).
- Restos de hojas en cuya epidermis se encuentran estomas anomocíticos (las células circundantes a las células oclusivas ocasionalmente acumulan sustancias ergásticas anaranjadas), tricomas glandulares de cabeza uni o bicelular ovoide (contiene una sustancia ergástica naranja), sésiles, y eglandulares uniseriados formados por hasta cuatro células (D1).
- Restos de hojas cuya epidermis posee una cutícula estriada sobre células epidérmicas cuadrangulares a romboidales y estomas anisocíticos y paracíticos (D1).
- Restos de hojas con cutícula estriada, estomas paracíticos y tricomas glandulares capitados (M3).

- Restos de hojas cuya epidermis presenta estomas anomocíticos. Se observan cristales prismáticos en las vainas parenquimáticas de los haces vasculares (M2; D3).
- Restos de hojas en las que la epidermis posee tricomas glandulares uniseriados constituidos por más de seis células cuadrangulares de paredes lisas (M2).
- Restos de hojas con epidermis de células prismáticas y estomas ciclocíticos (D1).

Restos de diferentes órganos o estructuras pertenecientes a Monocotiledóneas Poáceas:

- Salvado de trigo (*Triticum aestivum*) (ver características diagnósticas en Ají Molido). Se lo halló en gran cantidad y cubierto de una sustancia polvosa color verde (Figura 2 B) (D2).
- Restos de epidermis con células largas de paredes onduladas, células anexas de los estomas de forma triangular, células silíceas en forma de “doble hacha” y micropelos bicelulares. Restos pertenecientes a especies tipo Eragrostoide (M2- 3; D3).
- Restos de epidermis con células largas de paredes onduladas, células anexas de los estomas de forma ovalada, células silíceas bilobadas y micropelos bicelulares. Restos pertenecientes a especies tipo Panicoide (D3).

Granos de polen:

- Bisaculares correspondiente a *Pinus* sp. (M2)
- Equinados (muy) oscuros (D1). Característicos de especies de Malváceas.
- Lisos (M3; D1).
- Porados (M3; D3).

Harinas/féculas

- Granos de almidón de trigo (*Triticum aestivum*) (ver características diagnósticas en Ají Molido) (M3; D2).

Contaminantes de origen no vegetal

- Hongos:
 - Conidios, conidióforos e hifas de *Alternaria* spp. (Figura 2 G) y *Cercospora* sp., tanto en hojas de *O. basilicum* como de las especies de Eudicotiledóneas halladas como contaminantes vegetales. En los tejidos infectados se aprecia una marcada decoloración, manchas necróticas y deterioro de las células (presentes en todas las muestras).
 - Picnidios que podrían pertenecer a los géneros *Septoria* o *Phoma*, se observan inmersos en tejidos foliares (presentes en todas las muestras).
- Artrópodos:
 - Restos varios (D2).
- Material inorgánico (tierra, piedras, carbón) (presentes en todas las muestras).

Laurel (*Laurus nobilis*)

“Con el nombre de Laurel, se entienden las hojas sanas, limpias y secas del *Laurus nobilis* L.” (CAA, 2025).

En las muestras envasadas en origen se observan fragmentos de hojas de tamaño mediano, en tonalidades que varían entre verde amarronado y grisáceo. Se percibe el aroma característico de la especie. En las muestras comercializadas a granel, se observa el material completamente pulverizado, de color verde profundo. Su aroma no es tan intenso como en las envasadas en origen.

Análisis de la materia prima genuina encontrada

Se observaron fragmentos y restos de hojas con células epidérmicas de paredes onduladas y engrosadas, siendo el engrosamiento ligeramente mayor en las células de la epidermis adaxial que en las de la abaxial. Los estomas, de tipo anomocítico y paracítico, están presentes sólo en la epidermis abaxial (Figura 1 F). Por otra parte, se observaron restos de mesófilo con grupos de esclereidas (de forma irregular y no ramificadas) en posición subepidérmica y una gran cantidad de células oleíferas grandes inmersas en el parénquima en empalizada. Se encontraron restos de epidermis de tallos y pecíolos que se reconocen por las células cuadrangulares a rectangulares que las componen y por la presencia de tricomas unicelulares de paredes lisas, que frecuentemente poseen una dilatación central donde se acumula una sustancia ergástica oscura en forma de gotas (Figura 2 D). Éstos tricomas están presentes en gran cantidad en la epidermis caulinar, son escasos en la de pecíolos y no se observan en las de las láminas.

En las muestras obtenidas a granel (D1 y D3), al estar disponibles sólo en formato polvo, se observó una cantidad mucho menor de células oleíferas con contenido remanente debido a la ruptura de las mismas, y volatilización del aceite. Por el contrario, la cantidad de restos de tejido correspondiente al pecíolo de la hoja (características diagnósticas descritas anteriormente) fue notoriamente mayor que en otras muestras.

Contaminantes de origen vegetal

Restos de órganos vegetativos/reproductivos propios de la especie que no deben formar parte del producto:

- Restos de tallos jóvenes, con abundante cantidad de los tricomas descritos anteriormente (todas las muestras, mucha mayor cantidad en D1,3).
- Restos de flores (anteras típicas de la especie) (D3).
- Restos de frutos, se identifican esclereidas características en gran cantidad (D1,3).
- Polen (marcadamente porado, en ocasiones hidratado) (mayor cantidad en D1,3).

Restos de diferentes órganos o estructuras pertenecientes a Eudicotiledóneas:

- Restos de hojas de olivo (*Olea europaea*) (ver características diagnósticas en Albahaca) (D3).
- Restos de hojas con epidermis de células con paredes onduladas muy delgadas y estomas anomocíticos (M3).
- Restos de hojas cuyas epidermis presentan tricomas glandulares de cabeza unicelular (M3).
- Tricomas uniseriados multicelulares, dispersos en la muestra sin relación a una epidermis (M3).
- Restos de hojas con cristales prismáticos en las vainas parenquimáticas de los haces vasculares (M3).

Restos de diferentes órganos o estructuras pertenecientes a Monocotiledóneas Poáceas:

- Presencia de aguijones dispersos en la muestra sin relación a una epidermis (M3).

Granos de polen:

- Bisaculares correspondiente a *Pinus* sp. (D1, 3).

Harinas/féculas:

- Granos de almidón de trigo (*Triticum aestivum*) (ver características diagnósticas en Ají Molido) (D1).
- Granos de almidón desnaturalizados (D1).

Contaminantes de origen no vegetal

- Hongos:
 - Conidios, esporas o hifas de *Alternaria* spp. (Figura 2 G). La frecuencia del desarrollo de las hifas en los tejidos fue menor que lo hallado en otras hierbas y, en general, no se encontraban en relación al tejido vegetal (M3; D1, 3).
- Artrópodos:
 - Restos varios (M3; D3).

Orégano (*Origanum vulgare*)

“Con el nombre de orégano se entienden las hojas y sumidades florecidas, sanas, limpias y secas de *Origanum Vulgare* L. y sus diversas variedades e híbridos.” (CAA, 2025).

El contenido de los paquetes mayormente está conformado por hojas enteras y trozos de las mismas, ambas de color verde, y flores blanquecinas. En las muestras D2 y D3 se observa predominantemente material trozado en color verde poco intenso. A excepción de las muestras D2 y D3, las restantes muestras presentaron un aroma muy fuerte y característico de la especie.

Análisis de la materia prima genuina encontrada

Se encontraron restos foliares formados por células epidérmicas de paredes marcadamente onduladas (menos pronunciadas en la epidermis adaxial) y estomas diacíticos (mayor cantidad en la epidermis abaxial). Se observan tricomas glandulares de dos tipos: de cabeza multicelular compuesta por entre cuatro y seis células y una célula basal corta, y de cabeza unicelular y pie uni o bicelular (Figura 1 G). Sólo en los primeros el contenido inicialmente de color rojo intenso vira lentamente hacia el marrón. Además, se observan tricomas eglandulares uniseriados formados por entre dos a seis células.

Por último, se hallaron abundantes piezas florales (sépalos, ovarios y anteras). Se las puede identificar por la presencia de abundante cantidad de tricomas glandulares de cabeza unicelular y eglandulares, (descritos para las hojas) y granos de polen estefanocolpados característicos de la especie.

Contaminantes de origen vegetal

Restos de órganos vegetativos/reproductivos propios de la especie que no deben formar parte del producto:

- Restos de epidermis de pecíolos y tallos constituidos por células rectangulares con paredes lisas y estomas diacíticos (M2-3; D1).

Restos de diferentes órganos o estructuras pertenecientes a Eudicotiledóneas:

- Restos de epidermis con estomas anomocíticos y tricomas eglandulares multicelulares uniseriados, con una célula terminal triangular y paredes marcadamente verrucosas, característicos de *Wedelia glauca* (D3)
- Restos de hojas de olivo (*Olea europaea*) (ver características diagnósticas en Albahaca) (D2).
- Semilla entera de Fabáceas (ver características diagnósticas en Ají Molido) (D3).
- Restos de hojas con epidermis de células cuadrangulares y estomas paracíticos y cíclocíticos. Se observa acumulación de sustancias rojizas y cristales prismáticos en las vainas parenquimáticas de los haces vasculares (M2,3).
- Restos de hojas con estomas anomocíticos y presencia de drusas en el mesófilo (M2).
- Restos de hojas con tricomas eglandulares unicelulares de paredes verrucosas y cristales prismáticos en las vainas parenquimáticas de los haces vasculares (D1).
- Restos de epidermis con estomas paracíticos y tricomas glandulares capitados (M3).
- Restos de epidermis con tricomas varios, por ejemplo unicelulares glandulares y eglandulares (M1).
- Restos de epidermis caulinar con estomas anisocíticos (D1).

Restos de diferentes órganos o estructuras pertenecientes a Monocotiledóneas Poáceas:

- Salvado de trigo (*Triticum aestivum*) (Figura 2 B-C) (ver características diagnósticas en Ají Molido). Se halló en una gran proporción superando inclusive al material genuino y a otros contaminantes vegetales. Se lo encontró teñido de color verde (D2 mayor cantidad y D3).
- Restos de epidermis foliares, flores, frutos y aristas de Poáceas varias (células silíceas en forma de cruz y bilobadas, aguijones) (M2,3).

Granos de polen

- Bisaculares correspondientes a *Pinus* sp. (M1).
- Espinosos (M1,2).
- Hexacolpados aperturados (M2,3; D1 escasos).
- Porados (M1,2).
- Tricolpados reticulados (M1).

Contaminantes de origen no vegetal

- Hongos (todos con buen desarrollo en los tejidos de la especie genuina y de las especies contaminantes):
 - Conidios, conidióforos, esporas e hifas de *Alternaria* spp. (presentes en todas las muestras) (Figura 2 G).
 - Esporas y esporangios que se corresponden con la morfología de mohos (Tipo *Mucor* sp.) (Figura 2 J) (D3).
 - Picnidios que pueden pertenecer a los géneros *Septoria* o *Phoma* (presentes en todas las muestras).

Perejil (*Petroselinum crispum*)

“Con el nombre de Perejil, se entienden las hojas sanas y limpias, frescas o secas del *Petroselinum sativus* Hoffm.” (CAA, 2025).

Formando parte del producto se observan hojas con un trozado mediano y múltiples partes de pecíolos, lo cual hace que el color no sea uniformemente verde que además varía entre las diferentes muestras. La fragancia es suave aunque característica de la especie.

Análisis de la materia prima genuina encontrada

Los caracteres diagnósticos observables son mayoritariamente relacionados con la epidermis foliar. Se observa una cutícula estriada y células epidérmicas de paredes moderadamente onduladas. Un carácter fácilmente distinguible son las papilas que flanquean la zona de la nervadura central y se identifican como proyecciones semicirculares (Figura 1 H). Particularmente, en la muestra D3 la presencia de papilas es casi nula, y si las hay son muy pequeñas en comparación a las de las demás muestras. Las hojas son hipostomáticas, por lo cual la presencia/ausencia de estomas anomocíticos

permite distinguir entre epidermis adaxial y abaxial. Se observaron también remanentes de clorénquima en posición subepidérmica.

La epidermis del pecíolo presenta células cuadrangulares de paredes lisas y estomas ocasionales, de igual tipo que los foliares. Esporádicamente se encuentran cristales prismáticos muy pequeños, y masas esfero-cristalinas en las células del parénquima peciolar.

Contaminantes de origen vegetal

Restos de órganos vegetativos/reproductivos propios de la especie que no deben formar parte del producto:

- Restos florales (principalmente anteras características de la especie) (M2).

Restos de diferentes órganos o estructuras pertenecientes a Eudicotiledóneas:

- Restos de epidermis de *Wedelia glauca* (ver características diagnósticas en Orégano) (M3).
- Restos de semillas de Fabáceas (ver características diagnósticas en Ají molido) (D2).
- Restos de epidermis con estomas actinocíticos y tricomas glandulares de cabeza biseriada compuesta por entre dos a cuatro células y pie uniseriado bicelular junto a otros eglandulares unicelulares de paredes verrucosas (M2).
- Restos de tricomas sueltos, eglandulares simples bicelulares verrucosos y otros estrellados multicelulares (M1).
- Restos de epidermis con estomas diacíticos y tricomas de tres tipos: glandulares capitados, glandulares unicelulares y eglandulares uniseriados bicelulares (M2).
- Restos de epidermis con células cuadrangulares de coloración rojiza-amarronada y estomas tetracíticos (M3).
- Restos de epidermis con células de paredes delgadas, onduladas, con estomas diacíticos (D3).
- Restos de epidermis con tricomas de gran tamaño eglandulares, biseriados hasta la parte media siendo luego uniseriados en la porción distal (M2).
- Restos de epidermis con tricomas glandulares capitados con cabeza unicelular y dos o tres células conformando el pie y otros eglandulares simples bi o tricelulares de paredes lisas (M3).
- Restos de epidermis con tricomas glandulares con cabeza unicelular y pie pluricelular uniseriado y eglandulares uniseriados de hasta cuatro células de longitud, de paredes verrucosas (D1).
- Restos de epidermis con tricomas eglandulares unicelulares, con una sustancia ergástica en la base (D3).
- Restos de epidermis con estomas diallelocíticos (tipo específico de estomas diacíticos, ver Metcalfe & Chalk, 1979, pp. 100) (M2; D3).

Restos de diferentes órganos o estructuras pertenecientes a Monocotiledóneas Poáceas:

- Salvado de trigo (*Triticum aestivum*) (Figura 2 B-C) (ver características diagnósticas en Ají Molido). Se lo encontró teñido de color verde (D2).

- Restos de epidermis foliar correspondiente a Poáceas tipo Eragrostoide (ver características diagnósticas en Albahaca) (M1; D2).
- Restos de epidermis con características diagnósticas inespecíficas (no se pueden asociar a un tipo determinado) (D1,2).
- Restos de glumas, glumelas y frutos (M1-3; D3).

Granos de polen

- Bisaculares correspondientes a *Pinus* sp. (M1; D1).
- Porados (D1).
- Tricolpados (D2).

Harinas/féculas:

- Granos de almidón de trigo (*Triticum aestivum*) (ver características diagnósticas en Ají Molido) (D2).

Contaminantes de origen no vegetal

- Hongos (el desarrollo no es meramente superficial, sino que hay un marcado crecimiento de las hifas dentro del tejido):
 - Marcado desarrollo de hifas a lo largo de todas las muestras (mayor en comparación a las demás hierbas analizadas) y presencia de conidióforos de *Alternaria* spp. (Figura 2 G) y *Cercospora* spp. (presentes en todas las muestras).
 - Gran cantidad de picnidios correspondientes a *Septoria* spp. o *Phoma* spp. (presentes en todas las muestras) (Figura 2 I).
- Artrópodos:
 - Larva de díptero (D3).
 - Restos de insectos varios (presentes en todas las muestras).
- Material inorgánico (tierra, piedras, carbón) (presentes en todas las muestras).

Análisis de rótulos de las muestras envasadas en origen

Se analizó el rótulo en cada uno de los envases de especias y hierbas condimenticias correspondientes a las marcas comerciales estudiadas (Tablas 2-3) de acuerdo a los requerimientos exigidos en los diferentes artículos del CAA (2025).

En todos los productos se registró la denominación de venta, el contenido neto y la fecha de duración (Tablas 2-3). La lista de ingredientes no es obligatoria en productos monocomponentes sin embargo tres productos la presentaron en conjunto con una tabla nutricional detallada (albahaca, ají, molido y cúrcuma) (Tablas 2-3). Algunas especias, como ají molido y pimentón de la marca comercial M1, consignan la lista de ingredientes de manera obligatoria debido a que se declara la presencia de otros ingredientes (aceite de girasol y sal) (Tabla 2). El perejil de la marca comercial M2, presentó la tabla nutricional en el envase (Tabla 3).

Debido al origen nacional de las materias primas utilizadas, los datos del importador no se consignan en ninguno de los productos (Tablas 2-3). Los datos de las empresas que importan estos productos a otros países se encuentran presentes en los productos correspondientes. Un ítem comúnmente ausente fue el número de lote (Tablas 2-3), particularmente en M2 se hizo uso de la fecha de duración como número de lote (permitido según las reglamentaciones del CAA) (Tablas 2-3).

Particularmente para la especia vendida bajo el nombre de pimentón, el CAA exige indicar procedencia de la misma en el envase, ítem que no estuvo presente en ninguna de las marcas analizadas (Tabla 2).

Especias	Ítem dispuesto por el CAA	M1	M2	M3				
				3.1	3.2	3.3	3.4	3.5
Aji molido	Denominación de venta	si	si			si		
	Lista de ingredientes	si	no			si*		
	Contenidos netos	si	si			si		
	Identificación del origen	si	si			si		
	Nombre/razón social y dirección del importador	no	no			no		
	Lote	si	no			si		
	Fecha de duración	si	si			si		
Cúrcuma	Denominación de venta							si
	Lista de ingredientes							si*
	Contenidos netos							si
	Identificación del origen							si
	Nombre/razón social y dirección del importador							no
	Lote							si
	Fecha de duración							si
Pimentón	Denominación de venta	si	si					si
	Lista de ingredientes	si	no					no
	Contenidos netos	si	si					si
	Identificación del origen	si	si					si
	Nombre/razón social y dirección del importador	no	no					no
	Lote	si	no					si
	Fecha de duración	si	si					si
Pimienta negra molida	Denominación de venta	si	si	si				
	Lista de ingredientes	no	no	no				
	Contenidos netos	si	si	si				
	Identificación del origen	si	si	si				
	Nombre/razón social y dirección del importador	no	no	no				
	Lote	si	no	si				
	Fecha de duración	si	si	si				

Tabla 2. Análisis del rotulado de las 4 especias seleccionadas. Si*: contiene lista de ingredientes y tabla nutricional.

Hierbas	Ítem dispuesto por el CAA	M1	M2	M3				
				3.1	3.2	3.3	3.4	3.5
Albahaca	Denominación de venta		si			si		
	Lista de ingredientes		no			si*		
	Contenidos netos		si			si		
	Identificación del origen		si			si		
	Nombre/razón social y dirección del importador		no			no		
	Lote		no			si		
	Fecha de duración		si			si		
Laurel triturado	Denominación de venta	si			si			
	Lista de ingredientes	no			no			
	Contenidos netos	si			si			
	Identificación del origen	si			si			
	Nombre/razón social y dirección del importador	no			no			
	Lote	si			si			
	Fecha de duración	si			si			
Orégano	Denominación de venta	si	si	si				
	Lista de ingredientes	no	no	no				
	Contenidos netos	si	si	si				
	Identificación del origen	si	si	si				
	Nombre/razón social y dirección del importador	no	no	no				
	Lote	si	no	si				
	Fecha de duración	si	si	si				
Perejil	Denominación de venta	si	si		si			
	Lista de ingredientes	no	no*		si			
	Contenidos netos	si	si		si			
	Identificación del origen	si	si		si			
	Nombre/razón social y dirección del importador	no	no		no			
	Lote	si	no		si			
	Fecha de duración	si	si		si			

Tabla 3. Análisis del rotulado de las 4 hierbas seleccionadas. Si*: contiene lista de ingredientes y tabla nutricional. No*: No contiene lista de ingredientes pero hay tabla nutricional.

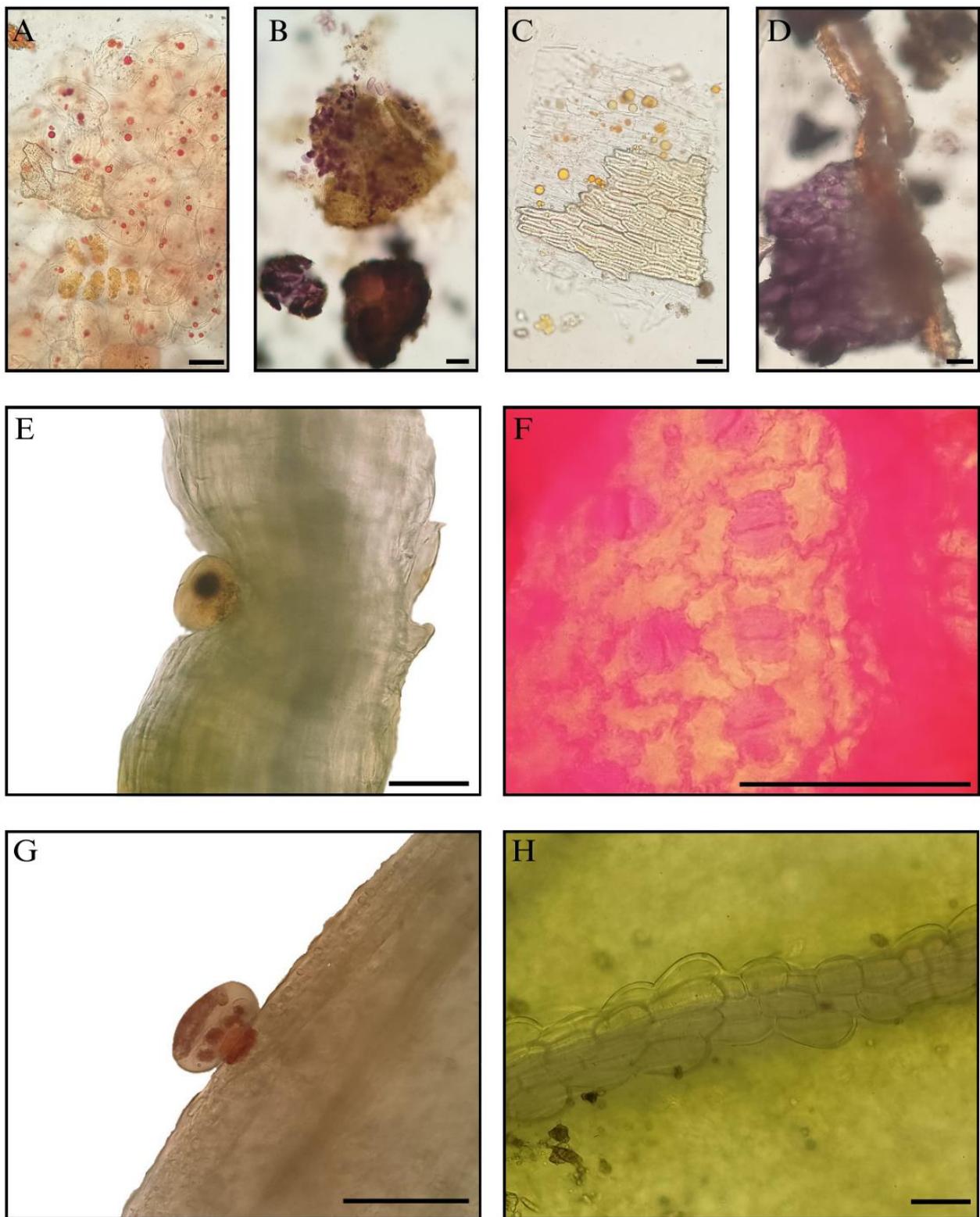


Figura 1. Caracteres micrográficos diagnósticos de las especies y hierbas estudiadas. A. Células oleíferas del mesocarpo de *Capsicum* spp. (ají molido), junto a células de paredes engrosadas del epicarpo B. Granos de almidón en tejido parenquimático de *Curcuma longa* (cúrcuma) con tinción con Lugol. C. Esclereidas elongadas del endocarpo en *Capsicum* spp. (pimentón). D. Tejidos varios de *Piper nigrum* (pimienta). De izquierda a derecha: parénquima del perisperma con granos de almidón compuestos (tinción con Lugol), capa hialina, capa de pigmento. E. Tricoma glandular en depresión epidérmica de *Ocimum basilicum* (albahaca). F. Detalle de epidermis abaxial de *Laurus nobilis* (laurel) con estomas paracíticos. G. Tricoma glandular en epidermis de cáliz de *Origanum vulgare* (orégano). H. Detalle de papilas sobre epidermis de los nervios en *Petroselinum crispum* (perejil).

Barras: A-H. 70 μ m.

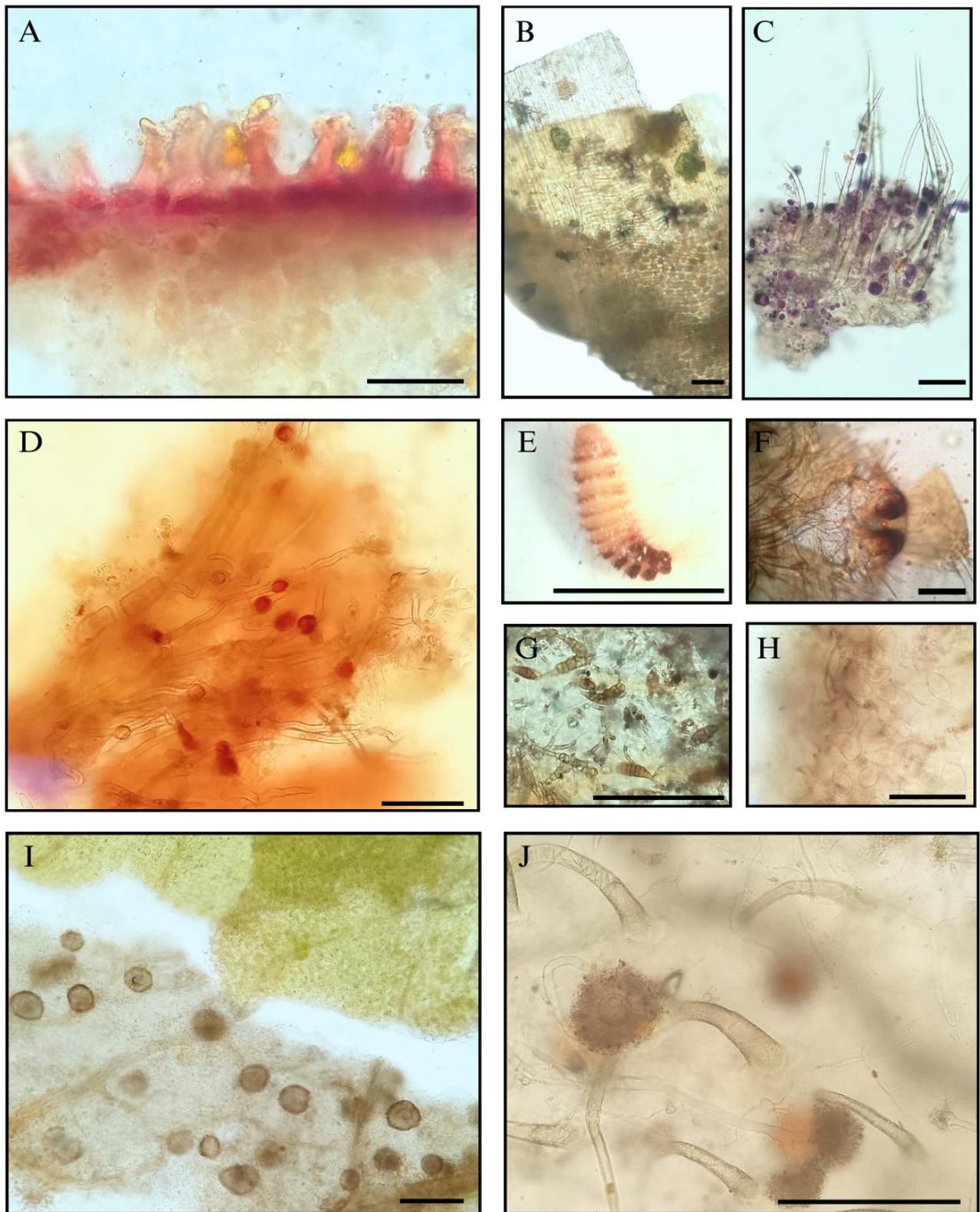


Figura 2. Contaminantes de origen vegetal y no vegetal más frecuentes. A. Osteoesclereidas de *Glycine max* (soja). B. Capas superpuestas de episperma y capa de aleurona de salvado de *Triticum aestivum* (trigo). C. Tricomas unicelulares en glumas de *Triticum aestivum*, con granos de almidón con tinción de Lugol. D. Tricomas de la epidermis caulinar de *Laurus nobilis* (laurel). E. Larva de Derméstido. F. Detalle de zona oral de exuvia de Derméstido. G. Conidios e hifas de *Alternaria* spp. H. Basidiosporas amigdaliformes e hifas en *Capsicum* spp. I. Detalle de picnidios de *Septoria* o *Phoma*, en hoja de *Petroselinum crispum* (perejil), junto a hoja sana de la misma especie. J. Hongos de tipo *Mucor* spp. en *Origanum vulgare* (orégano).

Barras: A-D; G-J. 150 μ m. E. 5 mm. F. 339,3 μ m.

Discusión

Las especias y hierbas condimenticias forman parte importante, y permanente, de la vida cotidiana de los habitantes de la ciudad de Bahía Blanca, así como también de la población mundial. Su amplio y diario uso, lleva a que sean productos relativamente fáciles de conseguir en múltiples establecimientos comerciales, generando que productores y empresarios obtengan importantes beneficios económicos en su producción, venta o envasado (Galvin-King, 2018). La comercialización de estos productos surgió hace miles de años atrás y se estableció en el tiempo. Como resultado, la competencia entre marcas y comercios es muy alta y, aunque muchos comercios naturistas promocionan su venta bajo un marketing que promueve sanamente los beneficios de lo “natural”, buscan, también, maximizar sus utilidades económicas con la venta de estos productos. Lo cual suele repercutir en la calidad del producto comercializado, generando adulteraciones y falsificaciones en algún eslabón de la cadena productiva. En este punto es donde se observan las mayores diferencias entre los productos envasados en origen y aquellos expendidos a granel. Las marcas comerciales que ofrecen productos condimenticios fraccionados tienen una cierta popularidad o credibilidad social, y se someten a controles estrictos de los entes nacionales de fiscalización, debiendo cumplir con los requerimientos que estipula la legislación vigente (CAA). En el caso de los productos vendidos a granel, la realidad es bastante diferente y, aunque son productos populares entre los consumidores, su calidad suele relacionarse más con la responsabilidad del comercio que los vende que con los controles de calidad a los que se someten.

En esta Tesis se ha estudiado la calidad botánica de productos condimenticios monocomponentes comercializados en la ciudad de Bahía Blanca. Se analizó especialmente la variación observada entre los diferentes tipos de condimentos (especias vs. hierbas) y entre las diferentes formas en que se comercializan estos productos (envasados en origen vs. a granel). A manera de síntesis, se puede decir que los productos condimenticios vendidos a granel presentan mayor frecuencia de falsificación, siendo entre éstos, las especias más susceptibles que las hierbas. En las hierbas condimenticias se encontró una mayor frecuencia de lo que se denomina adulteración y/o contaminación accidental (tanto en marcas comerciales como a granel).

Importancia de los caracteres micrográficos diagnósticos en el control de calidad de especias y hierbas condimenticias

Los caracteres micrográficos diagnósticos son especialmente importantes en la realización de controles de calidad botánica de diferentes productos, siendo de especial relevancia en los condimenticios.

Uno de los caracteres micrográficos destacables son los granos de almidón debido a su correspondencia, en general, exclusiva con una determinada especie. Son importantes tanto en el reconocimiento de la materia prima específica como de adulterantes/contaminantes. Es por esto que es de suma importancia realizar observaciones bajo microscopio para analizarlos e identificar a que especie

vegetal pertenecen, y no sólo aplicar una prueba con tinción de Lugol, que evidencia un positivo a almidón sin especificidad alguna. Por ejemplo, en cúrcuma y pimienta, son los granos de almidón los que constituyen el principal carácter diagnóstico observable.

En el caso particular del ají molido y pimentón, uno de los caracteres micrográficos diagnósticos más frecuentes, incluso de mayor importancia que las esclereidas del endocarpo y restos de semillas, son las porciones del mesocarpo. Si bien en ocasiones sus células se encuentran rotas, son marcadamente útiles para el reconocimiento de estos productos, por las características gotas de aceite de color rojo que contienen. A pesar de esto, este tejido tiene poca relevancia en cuanto a su representación gráfica en las fuentes bibliográficas de referencia, y contrasta notoriamente con la alta frecuencia con la que se encuentra al momento de analizar las muestras.

Las hojas de albahaca y orégano comparten la mayor parte de los caracteres micrográficos diagnósticos (forma de las células epidérmicas, disposición de los estomas, tipos de tricomas, etc.) debido a que pertenecen a la misma familia botánica. En estos casos es de suma importancia especificar en qué caracteres diagnósticos centrarse con especial énfasis al tratar de discriminarlos. En este sentido el más notorio es la inserción en la epidermis de los tricomas glandulares multicelulares; en albahaca lo hacen en marcadas depresiones mientras que en orégano se encuentran a igual nivel de las células epidérmicas restantes. Sumado a esto, el color de la sustancia ergástica que contienen (aceites) difiere, en albahaca el contenido es de color marrón y en orégano se observa, luego del disociado débil, inicialmente de color rojo intenso para luego virar al marrón.

Algo para destacar es que el perejil es, de las hierbas analizadas en este trabajo, la que cuenta con menos caracteres diagnósticos exclusivos que permitan su identificación micrográfica. Por esta razón se resalta como particular la ausencia del carácter diagnóstico más notable (papilas ubicadas sobre las nervaduras y los márgenes de las hojas) en la muestra correspondiente al comercio D3. Debido a que los restantes caracteres citados por la bibliografía (forma de las células epidérmicas, disposición de estomas, pequeños cristales, etc.) estaban presentes, se podría pensar en la posibilidad de que se trate de otra variedad de perejil que carezca de dicho carácter. Esto denota la necesidad de mayores estudios básicos y de actualización de la bibliografía utilizada como referencia.

Un caso particular en cuanto a los caracteres micrográficos se encontró en el laurel. En esta hierba la posibilidad de identificar restos epidérmicos correspondientes a pecíolo y tallo se basa en una estimación realizada a partir de la abundancia de tricomas cobertores presentes. Estos tricomas están citados por Winton & Winton (1939) como propios de tallo y ocasionales en pecíolo. Este carácter resulta de gran importancia debido a que según CAA el producto denominado como laurel no debe contener tallos de la especie, sino sólo hojas. Por lo que, una escasa presencia de estos tricomas es coincidente con la inclusión de pecíolos que son parte de la hoja, mientras que de ser alta, indicaría una gran proporción de tallos constituyendo una infracción con respecto a lo reglamentado. Estos tricomas fueron encontrados en mayor cantidad en las formas en polvo de esta hierba comercializada a granel.

Este tipo de formato, debido al tamaño de partícula, no permite identificar macroscópicamente qué partes de la especie vegetal se incluyen en el mismo, haciendo más factible su adulteración/falsificación (Silvis *et al.*, 2017).

Espicias comercializadas envasadas en origen (M) vs. vendidas a granel (D)

Comparando las especias fraccionadas en origen con las de venta a granel, se destaca que la calidad botánica difiere marcadamente entre ellas, siendo las primeras las de mejor calidad.

Los contaminantes vegetales hallados en muestras envasadas en origen, además de ser bastante escasos, pueden relacionarse con alguna falla en el manejo de plagas y/o un descuido en la selección de las partes vegetales que se incluyen en el producto, lo cual, aunque no se compara con una falsificación, no deja de ser relevante.

De los tres establecimientos especializados donde se muestrearon los productos a granel, sólo en D1 la calidad botánica de los mismos fue muy buena, incluso en ocasiones superando a las marcas envasadas en origen. En los dos restantes (D2 y D3), se encontró falsificación en todas las especias analizadas. Debe destacarse que en las especias en polvo el tamaño de partícula no le permite al consumidor hacer un “control de calidad visual” certero, por lo que adquiere el producto con una cierta seguridad que sólo pone en duda por la ausencia posterior de las características organolépticas/medicinales buscadas en él.

Hierbas comercializadas envasadas en origen (M) vs. vendidas a granel (D)

En cuanto a las hierbas aromáticas analizadas, la calidad botánica de las marcas comerciales envasadas en origen, al igual que lo mencionado para las especias, es mayor. En este caso no es tan marcada la diferencia ya que la cantidad de productos falsificados en las muestras de las hierbas a granel, fue menor que lo reportado para las especias.

En las hierbas envasadas en origen (M1, M2 y M3), las del comercio D1 y en la mayor parte de las correspondientes al comercio D3, si bien se encontraron contaminantes de origen vegetal y no vegetal, la mayor parte del producto estaba constituido por la especie vegetal genuina. En cambio, todas las hierbas estudiadas del comercio D2 estaban falsificadas, y en el D3, solo lo fue el orégano. En las hierbas aromáticas, es notorio que el mayor problema (fuera de las falsificaciones) son los contaminantes vegetales tanto de partes no permitidas de la misma especie como de tejidos pertenecientes a otras especies vegetales (usualmente malezas). Esta contaminación se encuentra en frecuencias similares tanto en productos de marcas comerciales como en aquellos vendidos a granel.

Presencia de partes de la especie vegetal genuina no incluidos en la denominación del producto según CAA

Un problema recurrente en especias y hierbas condimenticias es la correcta selección de las partes de la especie vegetal genuina que se incluyen en estos productos. En los resultados de esta Tesis, siguiendo las estipulaciones del CAA, los órganos vegetales (o partes de ellos) de la especie vegetal correspondiente al producto condimenticio no incluidas en la denominación del producto, fueron clasificadas en conjunto con otros contaminantes de origen vegetal. La presencia de éstas partes se encontró tanto en los productos envasados en origen como en aquellos comercializados a granel. Los productos en los que esto se registró con mayor frecuencia fueron: albahaca, ají molido, pimienta y pimentón. En ají molido, pimienta y pimentón se observaron partes pertenecientes al tallo, pedúnculo y restos florales (cálices). En albahaca se encontraron piezas florales, frutos y polen en abundancia.

En el caso de las especias estos “órganos extra”, o partes de ellos, no aportan valor organoléptico al producto, sino todo lo contrario, reducen su calidad al aumentar el volumen y disminuir la concentración de las partes que contienen las sustancias ergásticas aromáticas.

El caso de la albahaca es notoriamente diferente, ya que las piezas florales poseen los mismos tricomas glandulares que la lámina foliar, por ende, poseen similares características organolépticas que éstas. Para este caso se considera necesaria una modificación de lo estipulado en el CAA que incluya en la definición de la albahaca a las “sumidades florecidas”, algo similar a lo que ya contempla para el orégano.

Contaminantes vegetales externos a la especie genuina

En este trabajo se ha encontrado una amplia diversidad de contaminantes de origen vegetal en los productos condimenticios estudiados. Principalmente esto pone en evidencia que, probablemente, durante la recolección de las especies vegetales se han colectado, también, malezas propias del cultivo. Estos “contaminantes de origen vegetal” se evidencian en mayor abundancia en las hierbas, aunque también se encontraron en algunas especias. Para las primeras se detectó tanto en productos envasados en origen como en los comercializados a granel, mientras que en las especias se da más en productos vendidos bajo marcas comerciales.

Los restos de “plantas extrañas” son muchos y variados, principalmente en albahaca y perejil, constituyendo una adulteración o contaminación. Si bien se considera que la presencia de estos restos es accidental, existe una cierta responsabilidad al pasar por alto que la forma de cosecha no es la adecuada, debiendo adecuar las prácticas con el fin de evitar la inclusión de malezas antes del secado. El laurel constituye un caso particular, ya que contiene cantidades escasas de contaminantes vegetales. Esto puede relacionarse con el porte de esta especie ya que, siendo un árbol, la cosecha accidental de malezas es muy poco probable.

Debe destacarse que la presencia de algunas malezas podría ser dañina para la salud si estas contuvieran un alérgeno o sustancia tóxica para el humano. El hallazgo de restos de *Wedelia glauca* en perejil (M3) y orégano (D3), constituye un llamado de atención. Si bien en particular esta especie vegetal no representa un riesgo para humanos (tóxica para el ganado (Micheloud & Odriozola, 2014) muestra que la probabilidad de que una planta con compuestos tóxicos forme parte de estos productos no es nula, pudiendo constituir un problema grave.

Un contaminante que fue un denominador común a todas las muestras, tanto especias como hierbas, fue el polen. Al ser una estructura reducida en tamaño y volátil, es prácticamente inevitable su presencia. En algunos casos, como laurel, pimienta y pimentón, los mismos se observaron en estado hidratado por acción de las técnicas micrográficas aplicadas. Esto llevó a confusiones en cuanto a la naturaleza de la estructura, pudiendo incluso confundirse con protistas o huevos de algunos invertebrados. En la bibliografía de referencia utilizada en controles de calidad botánica, no se hace mención a esta posibilidad, resultando importante hacerlo para que conste como referencia para futuras observaciones.

Contaminantes no vegetales

La materia prima constitutiva de todos los productos condimenticios debe utilizarse en estado “sano y limpio”. En los productos analizados en este trabajo, esta reglamentación se ve incumplida en todos los casos. En la mayoría de las muestras, vendidas bajo marcas comerciales y las provenientes de venta a granel, se observan conidios o hifas en desarrollo. El desarrollo de hifas y el deterioro de los tejidos vegetales de la especie vegetal genuina por este crecimiento, fue marcadamente mayor en las hierbas en comparación con las especias. La especie fúngica más frecuentemente encontrada fue *Alternaria* spp. En ají molido, por ejemplo, se encontraron células del mesocarpo repletas de hifas y el perejil fue la hierba más afectada por el desarrollo de hifas y picnidios, produciendo una pérdida notoria de la coloración verde brillante característica. Por otro lado, en el laurel, a pesar de que se observa la presencia de conidios e hifas, éstas no se hallaron en relación a los tejidos de la especie aromática. Esta contaminación de la materia prima con fitopatógenos no sólo afecta la sanidad del vegetal sino también la calidad final del producto condimenticio.

Por otro lado, los restos de artrópodos fueron una constante a lo largo de las diferentes muestras analizadas, exceptuando las pertenecientes a orégano (tanto envasadas en origen como vendidas a granel). Cabe destacar que el hallazgo de una larva viva de la familia Dermestidae en una de las marcas comerciales de ají molido (M2) es particularmente llamativo, ya que estos insectos son conocidos por ser plagas de diversos productos almacenados, entre los cuales se encuentran las especias (Díaz et al., 2008; OIRSA, 2024).

Evaluación de adulteraciones o falsificaciones de los productos condimenticios estudiados

La adulteración y falsificación de los productos condimenticios queda en evidencia al detectarse en ellos una variedad de harinas, féculas y subproductos de otras industrias alimenticias (por ejemplo salvado de trigo). La utilización de estas “materias primas alternativas” es específicamente seleccionada para imitar los diferentes granulados y texturas del producto original, así como también por la facilidad en que pueden simular el color del mismo.

En cuanto a las especias aquí estudiadas se encontró que se utilizaron diferentes harinas para adulterar/falsificar productos similares obtenidos a granel en los diferentes establecimientos comerciales. Por ejemplo, en el comercio identificado como D2 se observó harina de arroz para simular pimienta y harina de maíz para reemplazar la cúrcuma, mientras que en D3 se utilizó harina y salvado de trigo para simular pimienta y fécula de maíz como imitación de cúrcuma. En el caso del pimentón, en ambos comercios se halló que su reemplazo fue efectuado mayormente con harina de maíz; sólo en D2 se registró, además, el agregado de restos de semillas de soja. En el caso del ají molido, también en los comercios D2 y D3, se encontró la sustitución en mayor medida con salvado de trigo y restos de semillas de diversas Fabáceas. La selección de los diversos productos adulterantes puede relacionarse con que posean el mismo color que la materia prima a imitar (harina de maíz en cúrcuma), la facilidad de la tinción (harina de arroz en pimienta), textura similar (harinas, salvados en pimienta) o económicos al ser subproductos derivados de otras industrias alimenticias (salvados, restos de semillas de soja en ají molido y pimentón).

En el caso de las hierbas que se encontraron falsificadas, se utilizó la misma estrategia principal que en el ají molido, empleando salvado de trigo como sustituto, junto a restos de semillas de Fabáceas. Se debe destacar que en algunas de las hierbas se hallaron, además, hojas de olivo (subproducto de la industria olivícola) como componente extra para aumentar el volumen del producto.

En todas las muestras en las que detectó una sustitución sospechosa total o parcial de la especie vegetal genuina, siempre se encontró un porcentaje, aunque muy bajo, de la especia o hierba genuina. Esto podría marcar una diferencia en las consecuencias legales dependiendo si esta sustitución podría considerarse como sólo una adulteración o si constituye en sí, una falsificación.

Los márgenes de rentabilidad del mercado minorista de las especias podrían suponerse más ajustados en comparación con los de las hierbas, siendo que la materia prima de las primeras es más costosa debido a que requiere de un proceso productivo e industrial más complejo. Para el desarrollo y obtención de la materia prima de buena calidad de las primeras, se hace uso de más tiempo y recursos (tales como pesticidas, fertilizantes etc.) además de pasar por un proceso de selección donde sólo una parte u órgano de la planta (rizoma, fruto, etc.) es lo que se considera de valor, siendo el resto descarte. Además del proceso de secado y triturado, que comparten con las hierbas, las especias requieren de pulverizado, tamizado y homogeneización hasta obtener el tamaño de partícula adecuado, para lo cual

se utilizan métodos diversos según sea necesario (Douglas *et al.*, 2005; Aradwad *et al.* 2021, Momin & Jamir, 2021). Todo esto incrementaría los costos de las especias en comparación a las hierbas, de las cuales, aunque también se considera solo una parte como producto condimenticio, el gasto de recursos para obtener hojas no es el mismo que para obtener frutos u órganos de reserva. Así como tampoco se compara el tiempo en relación al momento del ciclo de vida de la planta en el que se genera cada uno. Quizás las razones expuestas anteriormente son las que llevan, en una competencia desleal, a algunos productores/comerciantes a adulterar y/o falsificar los productos que ofrecen para la venta.

En base a lo observado, si bien las marcas comerciales no están exentas de contaminantes y adulteraciones, y la calidad de la materia prima puede diferir entre las mismas, es notorio que el rotulado y el empaquetado en fábrica, y la realización de los mínimos controles, al menos en cuanto a calidad botánica y genuinidad de la materia prima, reducen la existencia de las falsificaciones. Más allá de que se hayan encontrado algunos contaminantes, el porcentaje de material genuino es siempre superior a los mismos, y en ninguno de los casos se encontró una falsificación. Esto demuestra la importancia del cumplimiento de las reglamentaciones, que influye directamente en la calidad del producto que llega al consumidor. También denota la necesidad de reglamentaciones específicas que regulen la venta de productos a granel.

Por otro lado, en todas las especias en polvo, en general, fue posible observar la presencia de almidones de diferentes especies (principalmente de trigo), encontrándose incluso en productos envasados en origen y rotulados como “SIN T.A.C.C” (M1). Esto puede suponer un riesgo para la salud en aquellos consumidores que sufran de cualquier tipo de alergia al gluten, o que no deseen incluir al mismo en su dieta. Además, algunas de estas especias y hierbas, como es el caso de la cúrcuma y el orégano, poseen propiedades medicinales muy conocidas, lo que hace que los consumidores no solo la utilicen en el ámbito culinario, sino también en el medicinal. Quienes recurren a ellas, probablemente tengan alguna patología instalada, a tratar o prevenir, y la adulteración se vuelve más riesgosa en esa población ya vulnerable de por sí.

Código Alimentario Argentino, mejoras a futuro

Es importante destacar que en la revisión bibliográfica se observó que algunos nombres científicos utilizados en el CAA, no respetaban las reglas de nomenclatura científica para botánica (cursivas, fallas en la escritura, nombres incorrectos y/o desactualizados). Por ejemplo, los nombres utilizados para definir a la albahaca fueron “*Ocymium basilicum*” y “*Ocymium minimum*”, cuando el nombre correcto es *Ocimum basilicum*. Por otra parte, el perejil fue llamado “*Petroselinum sativus*”, siendo el correcto *Petroselinum sativum* sinónimo aceptado de *Petroselinum crispum*, nombre bajo el cual se describen sus características en la bibliografía de referencia. En el caso de ají molido y pimentón, para ninguno se cita una especie de pimiento, sino que se hace referencia al género. La relevancia de

utilizar los nombres científicos correctos y específicos, se relaciona con la restricción y referencia que los mismos proveen, haciendo que el control de calidad botánica sea íntegramente legítimo.

En cuanto al análisis de los rótulos consignados por las marcas comerciales en los envases de los productos condimenticios se destacan algunos faltantes importantes, siendo el principal el número de lote. Si bien el CAA permite utilizar como dicho ítem a la fecha de vencimiento, ésta se encontraba grabada térmicamente en el borde del envase (lugar por el que generalmente se produce la apertura del envase), que es propenso a perderse, imposibilitando, en ese caso, cualquier identificación posterior del lote. Particularmente en el caso de la marca analizada que presentó este detalle (M2), esto es de suma relevancia ya que fue en la que se encontró una larva de insecto viva. El número de lote es el ítem fundamental necesario a la hora de hacer reclamos por cualquier inconveniente a través de atención al consumidor, contribuyendo a que el mismo sea retirado del mercado, con el objetivo de evitar perjuicios hacia otros clientes.

Por el contrario, las muestras adquiridas en comercios especializados expandidas a granel, en ningún caso pudieron relacionarse con un rótulo visible o se entregó una copia de los mismos que refieran a las características del producto mayorista. Esto constituye una problemática que debe ser abordada por el CAA, ya que constituye un serio problema en cuanto a seguridad alimentaria.

Conclusiones

Por todo lo expuesto, se concluye que la falsificación, adulteración y contaminación de productos condimenticios de origen vegetal es un evento muy frecuente, que más allá de afectar la calidad botánica de cada especia o hierba en particular, puede atentar contra la seguridad alimentaria de los consumidores.

El rol del profesional especializado en botánica capaz de realizar análisis micrográficos detallados y la valoración y promoción de investigaciones de este tipo sumado a organismos gubernamentales dedicados a su control y aplicación son aspectos centrales a desarrollar de cara al futuro.

Bibliografía

- Ahad, B., Shanri, W., Rasool, H., Reshi, Z. A., Rasool, S., & Hussain, T. 2021. Medicinal plants and herbal drugs: An overview. En T. Aftab & K. R. Hakeem (Eds.), *Medicinal and aromatic plants: Healthcare and industrial applications* (pp. 1–40). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58975-9_1
- Ahmad, I., Aqil, F., & Owais, M. (Eds.). 2006. *Modern phytomedicine: Turning medicinal plants into drugs*. Wiley-VCH. <https://doi.org/10.1002/9783527609987>
- Ahmad, I., Khan, M. S. A., & Cameotra, S. S. 2014. Quality assessment of herbal drugs and medicinal plant products. En R. A. Meyers (Ed.), *Encyclopedia of Analytical Chemistry*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9780470027318.a9946>
- Alza, N. & Cambi, V. N. 2009. Control de calidad de mezclas de drogas vegetales comercializadas como sedantes en Bahía Blanca, Argentina. *Latin American Journal of Pharmacy*, 28 (4): 560-7.
- Aradwad, P. P., TV, A. K., Sahoo, P. K., & Mani, I. 2021. Key issues and challenges in spice grinding. *Cleaner Engineering and Technology*, 5, 100347. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100347>
- Barnes, J., Anderson, L. A., & Phillipson, J. D. 2007. *Herbal medicines* (3rd ed.). Pharmaceutical Press.
- Bracamonte, L., & Cernadas, M. N. 2019. La sociedad bahiense: evolución poblacional, movimientos inmigratorios y formas de sociabilidad. En M. N. Cernadas & J. B. Marcilese (Eds.), *Bahía Blanca siglo XX: Historia política, económica y sociocultural* (pp. 103–152). Editorial de la Universidad Nacional del Sur.
- Código Alimentario Argentino (CAA). 2025. *Código alimentario Argentino*. Administración Nacional de Medicamentos Alimentos y Tecnología. (ANMAT). Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar/anmat/codigoalimentario>
- Cortella, A. R., & Pochettino, M. L. 1994. Starch grain analysis as a microscopic diagnostic feature in the identification of plant material. *Economic Botany*, 48(2), 171–181. <https://doi.org/10.1007/BF02908206>
- D´Ambrogio de Argüeso, A. 1986. *Manual de Técnicas en Histología Vegetal*. Ed. Hemisferio Sur S.A., Buenos Aires.
- Da Silva, B. F., de Paula, J. R., & Romano, C. A. 2021. Materiais adulterantes em amostras de *Coffea sp.* (Rubiaceae) e *Curcuma longa* (Zingiberaceae) obtidas em feiras livre de Goiânia, Goiás. *Research, Society and Development*, 10(3): e37710313333-e37710313333. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13333>

- De Palma, N., Pérez Cuadra, V., Cambi, V. & Soto, T. 2013. Control de calidad de muestras comerciales de té negro comercializadas en la ciudad de Bahía Blanca (Prov. Bs. As., Arg.). *Dominguezia*, 29, 42-43.
- de Sales Mélo, M. C., de Luna Rodrigues, P., de Melo Silva, V. C., de Araújo Vilar, M. S., & de Araújo Vilar, D. 2021. Análise de adulteração da *Cúrcuma longa* L. em pó comercializada em Campina Grande – PB e Pocinhos –PB. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 7, e11010716233. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16233>
- Díaz, W. C., Anteparra, M. E., & Hermann, A. 2008. Dermestidae (Coleoptera) en el Perú: revisión y nuevos registros. *Revista peruana de biología*, 15(1), 15-20. <https://doi.org/10.15381/rpb.v15i1.1662>
- Douglas, M., Heyes, J., & Smallfield, B. 2005. *Herbs, spices and essential oils: post-harvest operations in developing countries*. Food and agriculture organization of the united nations (FAO). <https://openknowledge.fao.org/items/dc972601-6cfb-4d77-8f5b-1cfaf7d9ca8c>
- D'Sylva, A., & Beagan, B. L. 2011. 'Food is culture, but it's also power': The role of food in ethnic and gender identity construction among Goan Canadian women. *Journal of Gender Studies*, 20(3), 279–289. <https://doi.org/10.1080/09589236.2011.593326>
- Font Quer, P. 1963. *Diccionario de botánica*. Editorial Labor.
- Galvin-King, P., Haughey, S. A., & Elliott, C. T. (2018). Herb and spice fraud; the drivers, challenges and detection. *Food Control*, 88, 85-97. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.12.031>
- Giannenas, I., Sidiropoulou, E., Bonos, E., Christaki, E., & Florou-Paneri, P. 2020. The history of herbs, medicinal and aromatic plants, and their extracts: Past, current situation and future perspectives. In *Feed additives* (pp. 1-18). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814700-9.00001-7>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). (2025, 21 de abril). *Cuadro 1. Total del país. Total de viviendas y población según gobierno local. Año 2022* [Datos actualizados por cambios de delimitación]. <https://www.indec.gov.ar/indec/web/Nivel4-Tema-2-41-165>
- Jackson, B. P., & Snowdon, D. W. 1990. *Atlas of microscopy of medicinal plants, culinary herbs and spices*. Belhaven Press, Londres.
- Kraemer, H. 1920. *Scientific and applied pharmacognosy*. John Wiley & Sons.
- Kumar, V., Raj, R., Verma, P., Garza Reyes, J. A., Shah, B. 2024. Assessing risk and sustainability factors in spice supply chain management. *Oper Manag Res* 17, 233–252 <https://doi.org/10.1007/s12063-023-00424-6>
- Leguizamón, L. V. V., Wagner, M. L., & Ricco, R. A. 2014. Control de calidad farmacobotánico y fitoquímico de *Hibiscus sabdariffa* L.(Malvaceae). *Dominguezia*, 30(1), 25-34.

- López Rosas, C. A.; Olgúin Guerrero, M. C. & F. Hernández Rosas. 2023. Plantas medicinales: si es natural... ¿no hace daño?. *Revista Digital Universitaria*, 24(3): <http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2023.24.3.7>
- Manasa, P. S. L., Kamble, A. D., & Chilakamarthi, U. 2023. Various extraction techniques of curcumin—A comprehensive review. *ACS Omega*, 8(37), 34868–34878. <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c04205>
- Metcalf, C. R., & Chalk, L. 1979. *Anatomy of the dicotyledons* (Vol. 1.). Clarendon Press
- Micheloud, J. F., & Odriozola, E. 2014. Actualización sobre la intoxicación por *Wedelia Glauca* (ort.) Hoffm. Ex. Hicken, Asteraceae. *FAVE Sección Ciencias Veterinarias*, 11(1/2), 31–42. <https://doi.org/10.14409/favecv.v11i1/2.4560>
- Michetti, K.M.; Pérez Cuadra, V. & Cambi, V. N. 2019. Botanical quality control of digestive tisanes commercialized in an urban area (Bahía Blanca, Argentina). *Rev. Bras. Farmacogn.*, 29, 137-146. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2019.01.002>
- Momin, M. C. & Jamir, A. R. 2021. Harvesting, handling and processing of spices. *Postharvest management of horticultural crops* (pp. 458-485). Jaya Publishing House. https://www.researchgate.net/publication/351458426_Harvesting_Handling_and_processing_of_Spices
- Nafiu, M. O., Hamid, A. A., Muritala, H. F., & Adeyemi, S. B. 2017. Preparation, standardization, and quality control of medicinal plants in Africa. En V. Kuete (Ed.), *Medicinal spices and vegetables from Africa* (pp. 171–204). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809286-6.00007-8>
- OIRSA. 2024. Gorgojo Khapra, *Trogoderma granarium* Everts. (Coleoptera: Dermestidae). Análisis de riesgo. Plagas cuarentenarias para los países miembros del Organismo Internacional Regional de Sanidad (OIRSA).
- Osman, A. G., Raman, V., Haider, S., Ali, Z., Chittiboyina, A. G., & Khan, I. A. 2019. Overview of analytical tools for the identification of adulterants in commonly traded herbs and spices. *Journal of AOAC International*, 102(2), 376-385. <https://doi.org/10.5740/jaoacint.18-0389>
- Pochettino, M. L. 2015. *Botánica económica: las plantas interpretadas según tiempo, espacio y cultura*. Sociedad Argentina de Botánica.
- Querejazú, L., Brustle, C. & Cambi, V. 2013 Control de calidad de siete muestras comerciales de Yerba mate. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 48, 128-129.
- Real Academia Española. 2025. Condimento. En *Diccionario de la lengua española* (23.^a ed.) <https://dle.rae.es/condimento?m=form>
- Reddy, G., & van Dam, R. M. 2020. Food, culture, and identity in multicultural societies: Insights from Singapore. *Appetite*, 149, 104633. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.104633>

Sen, S., Mohanty, P. S., & Suneetha V. 2017. Detection of Food Adulterants in Chilli, Turmeric and Coriander Powders by Physical and Chemical Methods. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 10, 3057-3060. <https://doi.org/10.5958/0974-360X.2017.00542.X>

Silvis, I. C. J., Van Ruth, S. M., Van Der Fels-klerx, H. J., & Luning, P. A. 2017. Assessment of food fraud vulnerability in the spices chain: An explorative study. *Food Control*, 81, 80-87. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.05.019>

Torrence, R., Wright, R., & Conway, R. 2004. Identification of starch granules using image analysis and multivariate techniques. *Journal of Archaeological Science*, 31(4), 519-532. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2003.10.005>

Turano, F. & Cambi, V. 2009. Control de calidad de mezclas de hierbas medicinales que se comercializan como adelgazantes y/o reductoras. *Latin American Journal of Pharmacy*, 28 (1), 10-18.

Ulloa, C. 2006. Aromas y sabores andinos. Botánica económica de los Andes Centrales. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés, 313-328.

Upton, R., Graff, A., Jolliffe, G., Länger, R., & Williamson, E. 2011. *Botanical pharmacognosy: Microscopic characterization of botanical medicines*. CRC Press.

Varela, B. G., & Ricco, R. A. 2012. Hojas de olivo (*Olea europaea*-Oleaceae-) como adulterante en oréganos (*Origanum spp*-Lamiaceae-) comercializados en la Ciudad de Buenos Aires, Argentina. *Dominguezia*, 28(2), 5-10.

Winton, A. L., & Winton, K. B. 1932. *The structure and composition of foods* (Vol. 1). Chapman & Hall, Londres.

Winton, A. L., & Winton, K. B. 1939. *The structure and composition of foods* (Vol. 4). Chapman & Hall, Londres.

World Health Organization. 1998. *Quality control methods for medicinal plant materials*. World Health Organization.