

# Memoria técnica: Investigaciones en plantas aromáticas y medicinales

*Ing P.A. (M.Sc.) Ignacio Paunero; Dra. Viviana Spotorno; Ing. Agr. Luciana Poggi*



# Memoria técnica:

## Investigaciones en plantas aromáticas y medicinales

*Ing P.A. (M.Sc.) Ignacio Paunero;  
Dra. Viviana Spotorno;  
Ing. Agr. Luciana Poggi*

EEA San Pedro



Ministerio de Agroindustria  
Presidencia de la Nación

## Memoria técnica: Investigaciones en plantas aromáticas y medicinales

Ing P.A. (M.Sc.) Ignacio Paunero; Dra. Viviana Spotorno; Ing. Agr. Luciana Poggi

Memoria técnica : investigaciones en plantas aromáticas y medicinales /Ignacio Eugenio Paunero ... [et al.]. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Ediciones INTA, 2016. Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online  
ISBN 978-987-521-752-2

1. Plantas Aromáticas. 2. Plantas Medicinales. 3. Plantas Nativas. 4. Investigación I. Paunero, Ignacio Eugenio.

CDD 581.634



**Dirección Nacional Asistente de Sistemas de Información,  
Comunicación y Calidad**  
**Gerencia de Comunicación e Imagen Institucional**  
**Comunicación Visual** Diseño: DG. *Liliana Estela Ponti*

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su almacenamiento en un sistema informático, ni su transmisión en cualquier formato o por cualquier medio, electrónico, mecánico, fotocopia u otros métodos, sin el permiso previo del editor.

## Presentación

Los proyectos de investigación en aromáticas y medicinales del INTA se plantearon desde su inicio sobre el fundamento del trabajo interinstitucional y multidisciplinario para aprovechar complementariedades en el accionar conjunto entre el sector público (Estaciones Experimentales del INTA, universidades e institutos de investigación, INASE, etc.) y el ámbito privado, representado por las cámaras del sector: Cámara argentina de especias, molineros de pimentón y afines (especieros-acopiadores) (Caempa); Cámara argentina de productores y procesadores de especias aromáticas, medicinales y afines (Cappama) y Cámara empresaria de laboratorios farmacéuticos (Cooperala), así como cooperativas y asociaciones, generando una sumatoria de energías que potencien el esfuerzo individual de cada institución, en pos de lograr un mayor impacto en el desarrollo de las plantas aromáticas y medicinales. Los objetivos que se plantearon incluyeron actividades tendientes a la obtención de productos tangibles tales como la inscripción de nuevos cultivares; el desarrollo de tecnologías aplicadas; publicación de manuales de buenas prácticas, entre otras. Los estudios debían ser regionales y/o por cultivo, atendiendo a las características particulares de cada región y su gente.

Así, las actividades se enfocaron prioritariamente a la evaluación de material genético nativo e introducido, tendiente al desarrollo de nuevos cultivares, adaptados a las condiciones locales, y que respondan a la calidad exigida por los mercados. La realización de estudios para optimizar el manejo de los cultivos, así como la calidad de la materia prima producida. El trabajo con los productores, fomentando su organización y capacitación; aportándoles información económica y de mercados; fomentando la comunicación entre los distintos componentes de la cadena de aromáticas.

Ponemos a vuestra disposición esta Memoria técnica, que sintetiza el trabajo de investigación de los últimos años, sumando información a las publicaciones de extensión que se han brindado a los productores por distintos medios (jornadas presenciales, boletín electrónico *Aromas Pampeanos*, publicaciones en la web).

Se presentan resúmenes de artículos que, en su mayoría, han sido publicados en revistas nacionales e internacionales o expuestos en congresos de la especialidad.

Con la esperanza de contribuir al desarrollo de los cultivos de aromáticas y medicinales en nuestro país, les envío un cordial saludo en nombre de todos los integrantes de este equipo de trabajo.

*Ing. P. A. M.Sc. Ignacio E. Paunero*  
Coord. (int.) Proyecto específico de aromáticas y medicinales del INTA

## Índice

<b>Presentación</b> .....	3
<i>Paunero, I.E.</i>	
<b>El cultivo de mostaza como hortaliza de hoja para consumo en fresco.</b> .....	6
<i>Paunero, I.E.; Corbino, G.B.</i>	
<b>Mancha foliar por <i>Alternaria brassicae</i> en mostaza blanca en Paraná, Entre Ríos</b> .....	9
<i>Velázquez, P.D.</i>	
<b>Podredumbre negra o mancha en “V” (<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i>), importante enfermedad de la mostaza blanca en Paraná, Entre Ríos</b> .....	14
<i>Velázquez, P.D.</i>	
<b>Análisis de los márgenes brutos de los cultivos de mostaza blanca (<i>Sinapis alba</i> L.) y coriandro (<i>Coriandrum sativum</i> L.). (Zona Norte, Bs.As. Campaña 2015/2016)</b> .....	21
<i>Levy, G.; Arizio, O.; Curioni, A.</i>	
<b>Evaluación de cultivares de mostaza marrón (<i>Brassica juncea</i>) en el noreste bonaerense.</b> .....	29
<i>Paunero, I.E.</i>	
<b>Efecto de herbicidas de precosecha sobre la calidad fisiológica y agroalimentaria de la semilla de coriandro (<i>Coriandrum sativum</i> L.)</b> .....	32
<i>Aquilano, C.; Font, A.; Ricca, A.; Paunero, I.E.; Bazzigalupi, O.</i>	
<b>Estudios bioecológicos de <i>Plutella xylostella</i> L. (<i>Lepidoptera, Plutellidae</i>) asociados a diferentes especies y variedades de mostaza</b> .....	35
<i>Bruno, M.; Riquelme Virgala, M.B.; Ansa, A.; Santadino, M.; Di Silvestro, G.</i>	
<b>El uso de descriptores en Apiaceae: descripción de un nuevo cultivar de <i>Coriandrum sativum</i> L. “coriandro” para la Argentina</b> .....	39
<i>Marzaro, F.; Bártoli, A.; Paunero, I.E.</i>	
<b>Caracterización agronómica y fenológica de materiales de coriandro (<i>Coriandrum sativum</i> L.) en fecha de siembra tardía en Luján, provincia de Buenos Aires.</b> .....	43
<i>García, M.; Alfonso, C. W.; Cavallero, M; Costa Tártara, S.; Curioni, A.</i>	
<b>Determinación del rendimiento y contenido de lípidos en mostaza blanca (<i>Sinapis alba</i> L.) en cuatro fechas de cosecha</b> .....	49
<i>Alfonso, C.W.; Curioni, A.; García, M.; Cavallero, M.; Martire, C.; Valerio, I.</i>	
<b>Nueva propuesta de manejo de la floración de azafrán (<i>Crocus sativus</i>) en cámara termocontrolada</b> .....	53
<i>Poggi, L.M.; Portela, J.A.; Pontín, M.A.</i>	

<b>Estudio de las poblaciones de chicharritas (Hemiptera–Cicadellidae) en cultivos de orégano en San Carlos. ....</b>	62
<i>Mendoza Panonto, S.F.; Bauzá, P.</i>	
<b>Estudio de las poblaciones de trips (Thysanoptera–Thripidae) en cultivos de dos ecotipos de orégano de San Carlos, Mendoza .....</b>	64
<i>Panonto, S.F.; Bauzá, P.</i>	
<b>Introducción al análisis de la variación en rendimiento de aceite esencial en plantas aromáticas: avances en <i>Minthostachys verticillata</i> .....</b>	71
<i>Martín Arteaga, M.; Collado, C.</i>	
<b>La biotecnología como herramienta para la conservación y desarrollo de germoplasma aromático-medicinal nativo .....</b>	79
<i>Iannicelli, J.; van Baren, C.; Escandón, A.</i>	
<b>Estudio preliminar de las características fenológicas de <i>Aloysia polystachya</i> Griseb. &amp; Moldenke .....</b>	87
<i>Bálsamo, M.</i>	
<b>Análisis de la distribución de la diversidad en poblaciones de <i>Minthostachys verticillata</i> Epling (Griseb) (Lamiaceae) (peperina) mediante el uso de herramientas informáticas de libre acceso .....</b>	91
<i>Bonafede, M.; Marsal, V.; Arteaga, M.</i>	
<b>Evaluación de peperina <i>Minthostachys verticillata</i> (Griseb.) Epling en parcela de observación en San Luis .....</b>	99
<i>Risso, O.A.; Galli, M.C.</i>	
<b>Dinámica de la Cadena de valor de especies aromáticas y medicinales en la región de las Sierras Pampeanas .....</b>	102
<i>Galli, M.C.; Risso, O.A.; Manazza, J.F.</i>	
<b>Avances en el desarrollo de herramientas genómicas en plantas medicinales y aromáticas: valeriana, manzanilla y orégano .....</b>	105
<i>Manifesto, M.M.; Arizio, C.A.</i>	

# El cultivo de mostaza como hortaliza de hoja para consumo en fresco

Paunero, I.E.; Corbino, G.B.  
EEA San Pedro, INTA. San Pedro, Bs. As.  
paunero.ignacio@inta.gob.ar

## Introducción

Con el objetivo de evaluar nuevas alternativas de hortalizas de hoja, para su cultivo en invernadero, durante las campañas 2013 y 2014, se realizó la siembra de mostaza marrón (*Brassica juncea*) utilizando variedades importadas, especialmente desarrolladas para su consumo en fresco.

## Materiales y métodos

Las semillas utilizadas fueron de origen japonés, del semillero Tokita. Se utilizaron las variedades comerciales Golden Streaks (verde) y Ruby Streaks (violácea). Se sembraron a "chorrillo", cuatro filas de cada variedad sobre camas de siembra con dos mangueras de riego por goteo. Se midió el número de cortes y el peso fresco por corte y total. Los cortes se efectuaron a 5 cm del suelo para favorecer el rebrote. Se observó el ataque de plagas y enfermedades. Sobre extractos de hoja se midió la capacidad antioxidante (CA) por el Método del DPPH; el contenido de fenoles totales (CFT) por Folin Ciocalteu's y las antocianinas (A) por el Método del pH1. Se efectuó una degustación, donde participaron 40 personas que no conocían esta hortaliza, para conocer su aceptación. Se observó la capacidad de conservación en heladera. Las diferencias entre las medias de los tratamientos se analizaron estadísticamente mediante el test de Duncan ( $\alpha=0,05$ ).

## Resultados y discusión

Las fechas de siembra y fechas de los distintos cortes de cada año se presentan en la tabla 1.

**Tabla 1:** Fechas de siembra y corte en el cultivo de mostaza en invernadero. San Pedro, años 2013 y 2014.

Año	Variedad	Fecha de siembra	Fecha 1.º corte	Fecha 2.º corte	Fecha 3.º corte	Fecha 4.º corte	Fecha 5.º corte	Fecha 6.º corte
2013	Golden	6 mayo	10 junio	15 julio	9 agosto	9 septiembre	26 septiembre	---
	Ruby						---	---
2014	Golden	5 mayo	11 junio	30 junio	21 julio	12 agosto	---	---
	Ruby						29 agosto	22 septiembre



La altura de plantas y el peso por corte de cada año se presentan en las tablas 2 y 3.

**Tabla 2:** Altura en centímetros y peso en kilogramos de cada corte. San Pedro, año 2013.

Año	Variedad	1.º corte		2.º corte		3.º corte		4.º corte		5.º corte	
		Altura	Peso	Altura	Peso	Altura	Peso	Altura	Peso	Altura	Peso
2013	Ruby	27,6 5 aA	1,6 6 A	30,6 aA	1,2 9 aA	30,5 7 aA	1,2 1 aA	29,7 2 aA	1,3 6 aA	0 bB	0 bB
	Golden	26,0 9 bA	1,5 7 bcA	34,1 2 aA	3 aA	30,3 2 abA	1,3 8 cA	27,8 2 abA	2,5 9 abA	19,3 5 cA	1,4 4 bcA

**Ref:** letras minúsculas iguales para la altura y el peso, dentro de la misma fila indican que no existen diferencias estadísticas significativas entre cortes de una misma variedad. Letras mayúsculas iguales para la altura y el peso, dentro de la misma columna, indican que no existen diferencias estadísticas significativas entre variedades de un mismo corte

**Tabla 3:** Altura en centímetros y peso en kilogramos, de cada corte. San Pedro, año 2014.

Año	Variedad	1.º corte		2.º corte		3.º corte		4.º corte		5.º corte		6.º corte	
		Altura	Peso	Altura	Peso	Altura	Peso	Altura	Peso	Altura	Peso	Altura	Peso
2014	Ruby	29, 8 aA	1,1 3 ab A	30, 67 aA	0,8 1 cB	29, 12 aA	1,3 aA	30, 15 aA	1,4 aA	25, 45 bA	0,9 8 aA	29, 45 aA	1,1 3 ab A
	Golden	23, 17 bB	0,8 6 cA	26, 62 aA	1,2 2 bA	25, 2 aB	1,6 1 aA	23, 07 bB	1,2 4 bA	0 cB	0 dB	0 cB	0 dB

**Ref:** letras minúsculas iguales para la altura y el peso, dentro de la misma fila indican que no existen diferencias estadísticas significativas entre cortes de una misma variedad. Letras mayúsculas iguales para la altura y el peso, dentro de la misma columna, indican que no existen diferencias estadísticas significativas entre variedades de un mismo corte

El rendimiento total fue de 9,98 y 4,93 kg.m<sup>-2</sup> para Golden, y 5,52 y 6,75 kg.m<sup>-2</sup> para Ruby, en el primer y segundo año, respectivamente. Observándose que Ruby presentó mayor estabilidad en los rendimientos mientras que Golden sufrió variaciones entre años cercanas al 50 %. Hubo interacción significativa: año x variedad; año x N.º de corte; variedad x N.º de corte y año x variedad x N.º de corte.

Como enfermedad, ambos cultivares fueron susceptibles al ataque de *Sclerotinia sp.* en ambientes de alta humedad. Como plaga se observó *Plutella sp.*

Rubý superó significativamente al cultivar Golden en CA, fundamentalmente debido al mayor contenido de A (tabla 4).



**Tabla 4:** capacidad antioxidante (CA); contenido de fenoles totales (CFT) y antocianinas (A) en mostaza en fresco. San Pedro, año 2014.

Variedad	CA ( $\mu\text{mol AA/g PF}$ )	CFT ( $\mu\text{mol AC/g PF}$ )	A ( $\text{mg/G PF}$ )
Ruby	3,11 a	6,41 a	8,78 a
Golden	2,38 b	5,25 a	0,62 b

La conservación a 2,45 °C y 73 % de humedad permitió conservar las hojas con buena calidad por 7 días, registrándose un 2 % de pérdida de peso.

En la degustación efectuada el 61 % de las personas consultadas indicó “me gusta”.

El cultivo de mostaza para su consumo en fresco es una alternativa viable para los productores de la región pampeana.



Variedad Golden Streaks



Variedad Ruby Streaks

## Bibliografía

- FAO, 1991. Utilización de alimentos tropicales: semillas oleaginosas tropicales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.
- PAUNERO, I.E. 2014. Experiencia en el cultivo de mostaza en invernadero para consumo en fresco. Campaña 2013. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/cultivo-de-mostaza-en-invernadero/> (Consultado: octubre 2015).



# Mancha foliar por *Alternaria brassicae* en mostaza blanca en Paraná, Entre Ríos

Velázquez, P.D.  
Grupo Factores Bióticos y Protección Vegetal.  
INTA EEA Paraná.  
velazquez.pablo@inta.gob.ar

## Introducción

*Alternaria brassicae* ha sido citada a nivel mundial sobre numerosos cultivos y malezas pertenecientes a las crucíferas conjuntamente con *A. brassicicola* y *A. japonica*, esta última asociada principalmente a rábano (*Raphanus sativus* L.) (Rimmer *et al.*, 2007). Hasta el momento, en la provincia de Entre Ríos, *A. brassicae* es la única especie del grupo hallada en el cultivo de colza (*Brassica napus* var. *oleifera* L.) (Formento, 2014).

En Argentina, en el ciclo agrícola 1996/97, Garbagnoli e Irigoyen (1999) hallaron que *A. brassicae* y *A. brassicicola* fueron los hongos más relevantes en muestras de semillas de mostaza blanca (*Sinapis alba* L.) provenientes de Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba y resultaron además los más virulentos en pruebas de patogenicidad. Recientemente, Astiz Gasso *et al.* (2008) y Gaetán *et al.* (2008), analizando muestras de diferentes procedencias de la región pampeana, indican a *Alternaria* como uno de los géneros fúngicos asociados a semilla de mostaza blanca.

Las primeras referencias en nuestro país sobre *A. brassicicola* y *A. brassicae*, agentes causales de la mancha negra y la mancha gris respectivamente en mostaza blanca, corresponden a Gaetán y Madia (2010) quienes realizaron monitoreos en el SE de Buenos Aires desde 2006.

En el campo experimental de la EEA Paraná del INTA, a mediados del mes de septiembre de 2014, se observaron sobre plantas en floración de mostaza blanca sembrada el 27/05, síntomas en las hojas inferiores consistentes en manchas concéntricas con el centro castaño oscuro de 1-3 mm y rodeadas de un halo clorótico (figura 1) y otras de mayor tamaño (6-10 mm) sin halo (figura 2).

El objetivo fue determinar el agente causal de las manchas foliares observadas en hojas de mostaza blanca en la EEA Paraná del INTA durante el año 2014.

## Materiales y métodos

A partir de manchas foliares de plantas de mostaza blanca cv. Delfina INTA colectadas en el campo experimental de la EEA Paraná del INTA (figuras 1 y 2), se realizaron técnicas fitopatológicas de rutina (cámaras húmedas y observaciones en lupa estereoscópica y microscopio óptico) y estudios morfométricos del agente causal. Para la identificación del patógeno se consultó la bibliografía disponible (Rimmer *et al.*, 2007; Simmons, 2007). La evaluación de la enfermedad en el campo se realizó considerando la incidencia como porcentaje (%) de plantas con síntomas mientras que la severidad se estimó empleando la escala diagramática de seis grados (0-5) para evaluar tizón foliar por *A. brassicae* en hojas de mostaza de la India [*Brassica juncea* (L.) Czern & Coss] propuesta por Shrestha *et al.* (2005).



**Figura 1.** Manchas pequeñas rodeadas de halo clorótico en hoja de mostaza blanca.



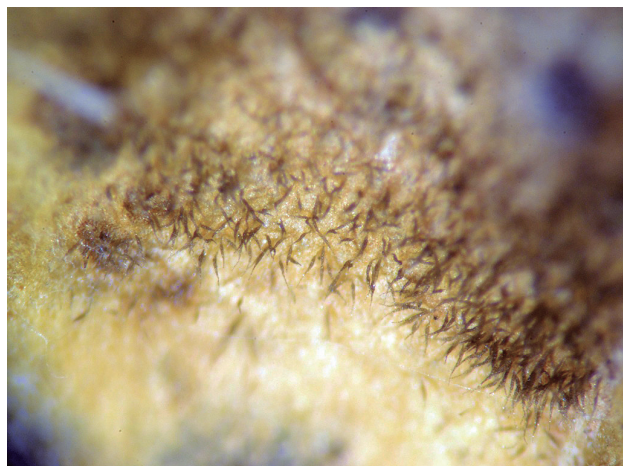
**Figura 2.** Manchas con ausencia de halo clorótico en hoja de mostaza blanca.

### Resultados y discusión

Se obtuvo abundante esporulación en el centro de las manchas (figura 3) con conidios de gran tamaño dispuestos sobre conidióforos (figura 4).



**Figura 3.** Esporulación abundante en el centro de una mancha foliar.



**Figura 4.** Conidióforos y conidios de gran tamaño.

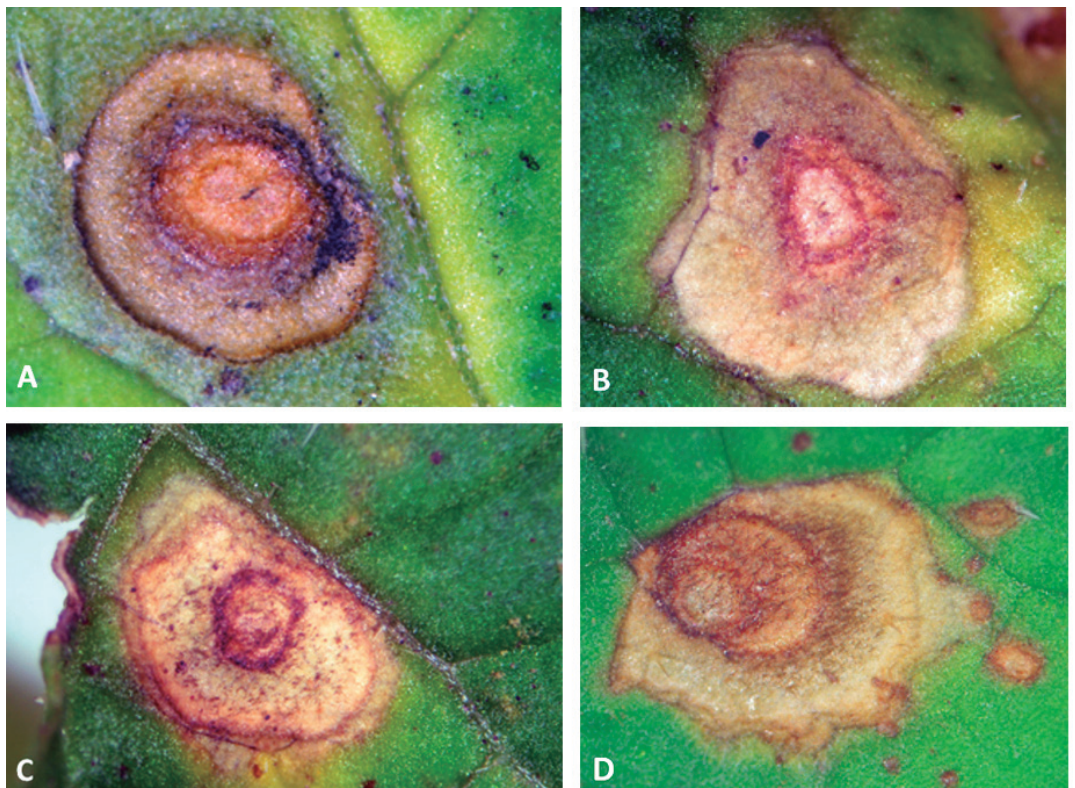
Los conidios midieron  $154\text{-}236\ \mu\text{m} \times 17\text{-}31\ \mu\text{m}$  ( $n=20$ ), con 9-15 tabiques horizontales y 0-2 tabiques verticales y se caracterizaron por una coloración dorada-brillante (figura 5). El hongo identificado fue *Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc., agente causal de la mancha gris de la mostaza blanca (Gaetán et al., 2012).





**Figura 5.** Conidios dorados, claros y brillantes de *A. brassicae*.

Se diferenciaron claramente lesiones jóvenes, circulares, levemente deprimidas, con el centro castaño oscuro rodeado por una zona más clara y con un margen más oscuro (figura 6A) de aquellas más avanzadas delimitadas por nervaduras, esporuladas, de forma irregular y algunas con márgenes difusos (figuras 6B, 6C y 6D).



**Figura 6.** Diferentes tipos de manchas ocasionadas por *A. brassicae* en hojas de mostaza blanca. A. Lesión joven. B-C-D. Lesiones avanzadas.

Los síntomas ocasionados por *A. brassicae* se observaron asociados a los de la bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Pammel) Dowson (figura 7), causante de la podredumbre negra o mancha en "V" determinada recientemente en la EEA Paraná sobre mostaza blanca (Velázquez, 2014). En hojas senescentes del estrato inferior se pudieron observar lesiones necróticas de mayor tamaño y con abundante esporulación (figura 8).



**Figura 7.** Manchas ocasionadas por *A. brassicae* y por *X. campestris* pv. *campestris* (flecha) en una hoja de mostaza blanca.



**Figura 8.** Hoja senescente de mostaza blanca con síntomas ocasionados por *A. brassicae*.

A nivel de parcela se determinaron niveles bajos de incidencia (hasta 5 %) y de severidad (grado 2 = 6-10 % del área foliar afectada) de la enfermedad.

En general, el patógeno requiere de presencia de agua libre o humedad relativa mayor a 95 % y 21-28 °C para la germinación de los conidios mientras que para el desarrollo de los síntomas y la producción de inóculo secundario es necesario un rango de temperatura de 11-23 °C. Una característica saliente de *A. brassicae* es que penetra a través de los estomas mientras que *A. brassicicola* lo hace en forma directa sobre el tejido. El hongo sobrevive en rastros y es transportado por semillas, aunque esta última forma de sobrevivencia y dispersión no es muy significativa (Rimmer *et al.*, 2007).

Durante el mes de agosto de 2014 no se registraron precipitaciones, pero en las dos primeras décadas de septiembre se acumularon 74,2 mm en 7 días, con un mojado foliar diario de hasta 23 h, valores de temperatura máxima diaria de 14-26 °C y una humedad relativa media diaria de hasta el 100 % (Observatorio Agrometeorológico INTA EEA Paraná). Estas condiciones pudieron haber favorecido los eventos infectivos y el posterior desarrollo de la enfermedad.

## Conclusiones

El agente causal de las manchas foliares observadas en mostaza blanca en la EEA Paraná del INTA correspondió al hongo *Alternaria brassicae*. Este es el primer reporte de la presencia de *A. brassicae* en mostaza blanca en la provincia de Entre Ríos.

## Agradecimiento

A la Ing. Agr. A. Norma Formento (Grupo Factores Bióticos y Protección Vegetal, INTA EEA Paraná) por sus aportes y sugerencias para la elaboración del presente trabajo.



## Bibliografía

- ASTIZ GASSO, M.M.; SALVAREZZA, A.M., TAGLIALATELA, D.M.; CARRIÓN, L.; GUILLERME-RO, E. 2008. Microorganismos presentes en semillas de mostaza blanca (*Sinapis alba* L.). En: Libro de Resúmenes I Congreso Argentino de Fitopatología, Córdoba. p. 105.
- FORMENTO, A.N. 2014. Manual de enfermedades de colza (*Brassica napus*). Reconocimiento, diagnóstico y manejo. INTA EEA Paraná. p. 77.
- GAETÁN, S.A.; GYUKITS, S.; MADIA, M.; PAUNERO, I.E. 2008. Incidencia de microorganismos en muestras de semillas de mostaza blanca. En: Libro de Resúmenes XXXI Congreso Argentino de Horticultura, Mar del Plata, Buenos Aires. p. 39.
- GAETÁN, S.; MADIA, M. 2010. Incidencia de enfermedades en mostaza blanca en lotes comerciales y experimentales de la prov. de Buenos Aires. En: Libro de Resúmenes XXXIII Congreso Argentino de Horticultura, Rosario, Santa Fe. p. 37.
- GAETÁN, S.A.; MADIA, M.S.; LASALLE, F.; PAUNERO, I.E. 2012. Ocurrencia de la mancha negra de la hoja de la mostaza blanca en lotes de ensayo de la provincia de Buenos Aires. En: Paunero, I.E. (Ed.). Memoria técnica: investigaciones en mostaza, coriandro y otros. Ediciones INTA, San Pedro, Buenos Aires. pp. 34-37.
- GARBAGNOLI, C.; IRIGOYEN, E.D. 1999. Microflora asociada con las semillas de mostaza blanca (*Sinapis alba* L.) en Argentina. Fitopatología 34(3):122-132.
- RIMMER, S.R., SHATTUCK, V.I.; BUCHWALDT, L. 2007. Compendium of *Brassica* diseases. APS Press, St. Paul, MN. pp. 15-18.
- SHRESTHA, S.K.; MUNK, L.; MATHUR, S.B. 2005. Role of weather on *Alternaria* leaf blight disease and its effect on yield and yield components of mustard. Nepal Agric. Res. J. 6:62-72.
- SIMMONS, E.G. 2007. *Alternaria*. An identification manual. CBS Fungal Biodiversity Centre. Utrecht, Países Bajos. p. 775.
- VELÁZQUEZ, P.D. 2014. Podredumbre negra o mancha en “v” en mostaza blanca (*Sinapis alba* L.) en Paraná, Entre Ríos. <http://inta.gob.ar/documentos/podredumbre-negra-o-mancha-en-201cv201d-en-mostaza-blanca-sinapis-alba-l.-en-parana-entre-rios> (Consultado: abril de 2016).

# Podredumbre negra o mancha en “V” (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*), importante enfermedad de la mostaza blanca en Paraná, Entre Ríos

Velázquez, P.D.  
Grupo Factores Bióticos y Protección Vegetal.  
INTA EEA Paraná  
velazquez.pablo@inta.gob.ar

## Introducción

La podredumbre negra o mancha en “V” es la enfermedad más importante de las brasicáceas (Williams, 2007) a nivel mundial. Su agente causal es la bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Xcc) (Pammel) Dowson. Afecta a numerosos cultivos y malezas, entre ellas a la mostacilla (*Rapistrum rugosum* L.) (Formento, com. pers., 2015). En el sudeste de la provincia de Buenos Aires se manifiesta principalmente en años húmedos y lluviosos (Gaetán *et al.*, 2012) mientras que en Entre Ríos es la más común y una de las más importantes en algunos cultivares de colza (*Brassica napus* var. *oleifera* L.) (Formento, 2014). En Paraguay, donde las condiciones climáticas son similares a las de Entre Ríos, es actualmente el principal problema sanitario de la colza, allí denominada canola (Formento, com. pers., 2016). Durante los años 2013, 2014 y 2015 fue la enfermedad prevalente en la Red de Cultivares de Colza de la EEA Paraná (Schutt de Varini *et al.*, 2014; Formento *et al.*, 2015; Velázquez *et al.*, 2016).

Esta bacteriosis es común en años con elevadas temperaturas y alta humedad relativa ambiente en el período vegetativo de las plantas (Fernández Valiela, 1975). La infección ocurre con una humedad relativa del 100 % y temperaturas de 22 a 26 °C mientras que la aparición de síntomas sucede 10-15 días luego de la infección con temperaturas superiores a 25 °C (Gandhi, 2005; Williams, 2007).

La primera referencia en Argentina sobre la presencia de Xcc causando manchas foliares en mostaza blanca (*Sinapis alba* L.) corresponde a Gaetán (2007), quien determinó la enfermedad en el norte de la provincia de Buenos Aires en 2006 y realizó estudios de patogenicidad sobre colza con resultados positivos. En el sudeste de la provincia de Buenos Aires, Gaetán y Madia (2010) para los ciclos agrícolas 2006 a 2009 determinaron en mostaza blanca una incidencia promedio mayor a 13 %, tanto en lotes comerciales como de experimentación. Galotta *et al.* (2014) evaluaron ensayos situados en Arrecifes y San Pedro (norte de Buenos Aires) y expresan que la colza manifestaría en el campo una mayor susceptibilidad a Xcc que la mostaza blanca, con niveles mayores de incidencia y de severidad y eventuales infecciones en silicuas. En el ciclo 2013/14, Del Moro *et al.* (2014) registraron en San Pedro una baja severidad de la bacteriosis en las etapas iniciales del cultivo e indican que la patología se presenta sistemáticamente en cada ciclo agrícola.

A mediados del mes de agosto de 2014, en el campo experimental de la EEA Paraná del INTA, se observaron plantas pertenecientes a un cultivar de mostaza blanca sembrado a mediados de mayo con síntomas semejantes a bacteriosis consistentes en lesiones expandidas hacia la nervadura central y en forma de “V”, de aspecto seco, centro marrón y marcado halo clorótico (figura 1).





**Figura 1.** Mancha en forma de “V” con halo clorótico en hoja de mostaza blanca.  
Fecha: 15/08/14.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar la sintomatología, estimar niveles de incidencia y severidad e identificar el agente causal de las manchas foliares en forma de “V” observadas en un cultivar de mostaza blanca en la EEA Paraná del INTA durante el año 2014.

### **Materiales y métodos**

El trabajo se realizó en 2014 en la EEA Paraná del INTA (Oro Verde, Entre Ríos) sobre seis parcelas del cv. Delfina INTA de mostaza blanca sembradas el 27/05 y consistentes de 6 surcos de 6 m de largo distanciados a 0,22 m (7,92 m<sup>2</sup>) cada una. El antecesor inmediato fue soja (*Glycine max* L.). Los diferentes estados fenológicos fueron determinados de acuerdo a la escala BBCH (Lancashire *et al.*, 1991). Hojas con síntomas de plantas en el estado 65 (plena floración) fueron colectadas y enviadas al Centro de Investigaciones en Fitopatología (CIDEFI) de La Plata (Buenos Aires) para la identificación del agente causal. La evaluación de la enfermedad se realizó a través del tiempo considerando la incidencia como porcentaje (%) de plantas con síntomas mientras que la severidad se estimó empleando una escala *ad hoc* basada en el porcentaje (%) de área foliar afectada entre 0 y 100. Para analizar la importancia de algunos factores agroclimáticos se utilizaron los registros de lluvia, mojado foliar, temperatura máxima y humedad relativa media obtenidos de la Estación Meteorológica Automática de la EEA Paraná.

### **Resultados y discusión**

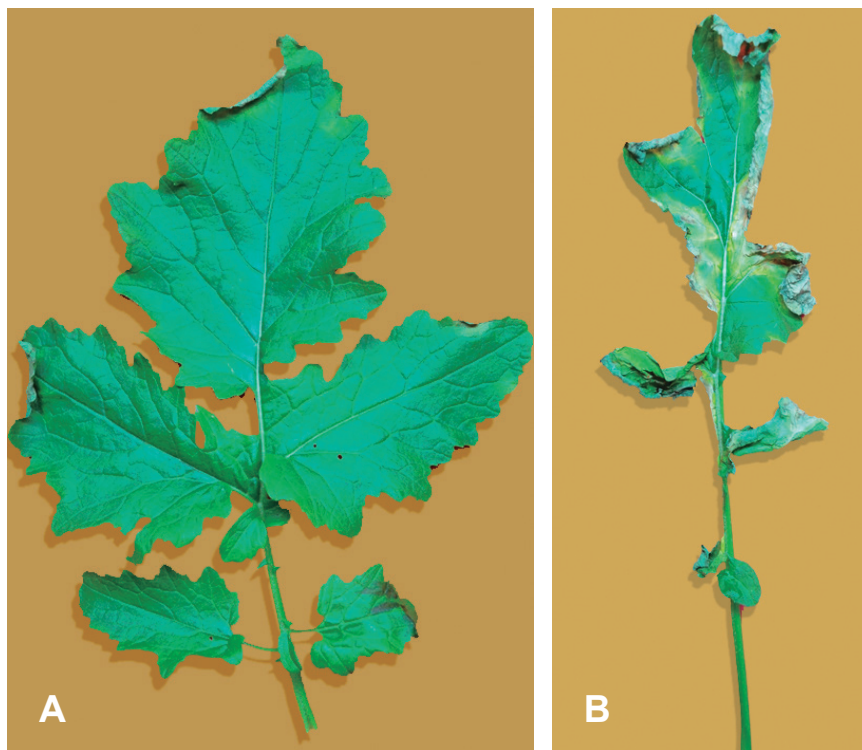
Mediante aislamientos en medios selectivos y diferenciales, y pruebas microbiológicas y moleculares se determinó que la bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Alippi, com. pers.) fue el agente causal de los síntomas observados.

Durante julio de 2014 se registraron 55,2 mm de lluvias, días con más de 12 h de mojado foliar, valores de humedad relativa superiores al 90 %, así como también temperaturas máximas cercanas a los 25 °C. Por una parte, estas condiciones pudieron haber favorecido los eventos infectivos y el posterior desarrollo de la enfermedad. Por otra parte, en agosto no se presentaron lluvias, el mojado foliar no superó las 8 h diarias y las temperaturas máximas alcanzaron los 32 °C. Asimismo,



septiembre se destacó por llover 80 mm y por tener días con hasta 22 h de mojado foliar y 26 °C de temperatura.

Los síntomas observados fueron lesiones situadas en su mayoría las más jóvenes en el tercio superior de las plantas. Estas presentaban aspecto acuoso y un leve halo de color verde claro o amarillento (figura 2A). Las lesiones más avanzadas manifestaron áreas relativamente grandes completamente secas rodeadas de un halo amarillento con gran pérdida de área foliar verde debido a la coalescencia de estas (figura 2B).



**Figura 2.** Hojas de mostaza blanca con diferentes síntomas de podredumbre negra. A. Síntomas iniciales. B. Síntomas avanzados.



**Figura 3.** Acortamiento de la nervadura central con "acortamiento" de la hoja causado por Xcc. Izq.: hoja sana. Der.: hoja sintomática.

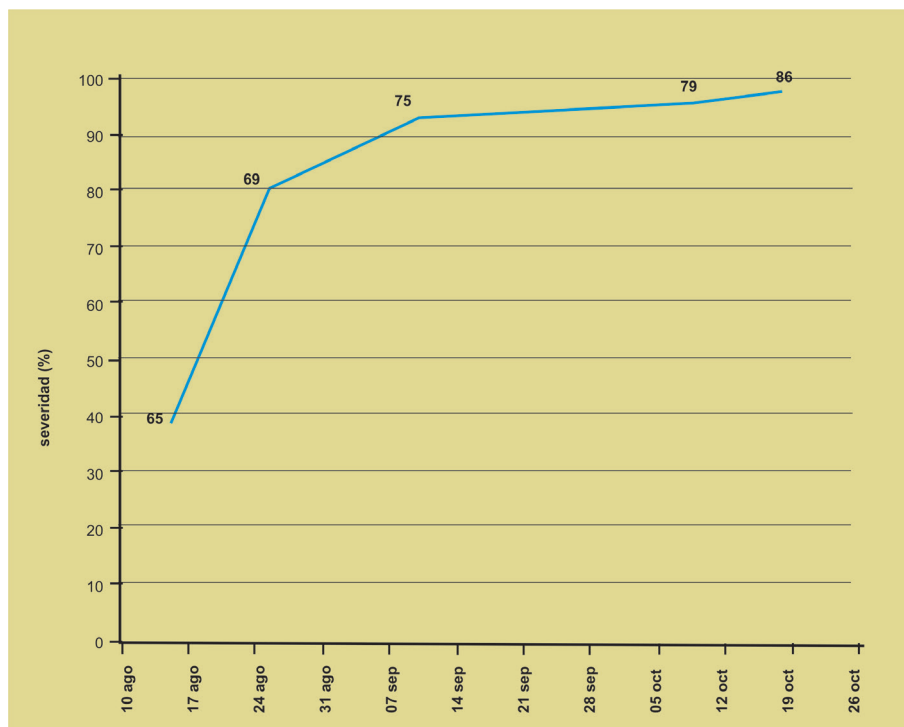


**Figura 4.** Oscurecimiento de nervaduras en hoja de mostaza blanca causado por Xcc.



Otros síntomas típicos observados y también citados para colza fueron el acortamiento de la nervadura central produciendo un “acartuchamiento” de las hojas (figura 3) y la coloración oscura que toman las nervaduras (figura 4).

En la primera evaluación realizada (15/08/14) la incidencia de podredumbre negra fue de 92,5 % mientras que la severidad fue de 38,3 % (figura 5).



**Figura 5.** Progreso de la severidad de la podredumbre negra o mancha en “V” en mostaza blanca cv. Delfina INTA. INTA EEA Paraná. Año 2014. Los números sobre la curva representan el estado fenológico del cultivo según la escala BBCH (Lancashire *et al.*, 1991).

Los elevados niveles iniciales de incidencia y severidad registrados se debieron a que las evaluaciones recién se efectuaron cuando se observaron síntomas severos de la enfermedad en el estrato inferior de las plantas que llamaron su atención y motivaron la realización del presente trabajo. Además del típico síntoma de mancha foliar en “V”, las plantas presentaron una defoliación severa anticipada (figura 6) que comenzó en el estrato inferior del cultivo (figura 7) y continuó en sentido ascendente ocasionando que la severidad se incrementara en el tiempo superando el 80 % a fines de floración (estado 69, 25/08/14) y el 90 % cuando las silicuas habían alcanzado el 50 % de su tamaño final (estado 75, 10/09/14). Cuando casi todas las silicuas alcanzaron su tamaño final (estado 79, 08/10/14), la severidad fue del 95 % (figura 8). Durante 2015, la podredumbre negra fue la principal enfermedad en parcelas de mostaza blanca en la EEA Paraná del INTA con valores de incidencia y severidad que superaron el 90 % (Velázquez, 2016).

Recientemente, Velázquez *et al.* (2016) determinaron en colza que el progreso de la podredumbre negra en los genotipos más susceptibles presentó una curva sigmoideal, típico de las enfermedades policíclicas. Tanto las condiciones climáticas favorables como las heridas causadas por insectos, viento o prácticas culturales influyen marcadamente en el número de ciclos de infección y por lo tanto en el incremento de la enfermedad (Goto, 1992).



**Figura 6.** Detalle de una planta con defoliación severa (10/09/14).



**Figura 7.** Estrato inferior del cultivo con defoliación severa (10/09/14).



**Figura 8.** Parcela de mostaza blanca severamente afectada por podredumbre negra (08/10/14).

La cantidad de inóculo inicial ( $Y_0$ ) tiene una importancia relativamente menor en la severidad final de este tipo de bacteriosis, siendo más importante el número de ciclos de la enfermedad. Entre las técnicas frecuentemente diseñadas para enfermedades policíclicas, la resistencia cuantitativa u horizontal, la modificación del ambiente y el control químico durante el cultivo son herramientas indicadas para disminuir la tasa de incremento ( $r$ ) de una enfermedad y con ella el número de ciclos infectivos (March *et al.*, 2010).

En el futuro será necesario realizar estudios epidemiológicos de la podredumbre negra en el cultivo de mostaza blanca ya que la caracterización de las curvas de progreso de una enfermedad aporta información importante para implementar estrategias efectivas de manejo y control (Fry, 1982).

## Conclusiones

La bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* fue el agente causal de la podredumbre negra o mancha en forma de “V” presente en mostaza blanca en la EEA Paraná del INTA durante



2014. La sintomatología típica, consistente en lesiones foliares en forma de “V” y rodeadas de un halo clorótico, coincidió con lo descrito para otras brasicáceas. La enfermedad estuvo asociada principalmente a lluvias, originando elevados niveles de incidencia y severidad con destrucción de tejido foliar. Debido a que diversos cultivos y malezas brasicáceas comparten el patógeno, se continuarán con los estudios epidemiológicos de esta bacteriosis en mostaza blanca. Este es el primer reporte de la presencia de *X. campestris* pv. *campestris* en mostaza blanca en la provincia de Entre Ríos.

## Agradecimiento

Al Ing. Agr. (MSc) Leonardo Coll (Grupo Ecofisiología Vegetal y Manejo de Cultivos, INTA EEA Paraná) por facilitar las evaluaciones.

## Bibliografía

- ASTIZ GASSO, M.M.; SALVAREZZA, A.M.; TAGLIALATELA, D.M.; CARRIÓN, L.; GUILLERME-RO, E. 2008. Microorganismos presentes en semillas de mostaza blanca (*Sinapis alba* L.). En: Libro de Resúmenes I Congreso Argentino de Fitopatología, Córdoba. p. 105.
- BERGAMIN FILHO, A.; AMORIN, L. 1996. Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico. Editora Agronômica Ceres Ltda, São Paulo-SP. p. 299.
- DEL MORO, S.; GAETÁN, S.; GALOTTA, M.; PAUNERO, I.E. 2014. Ocurrencia de enfermedades en dos aromáticas extensivas: coriandro y mostaza blanca. En: Libro de Resúmenes III Congreso Argentino de Fitopatología, San Miguel de Tucumán, Tucumán. p. 242.
- FERNÁNDEZ VALIELA, M.V. 1975. Podredumbre negra de las *Cruciferae*. Introducción a la Fitopatología. Colección Científica INTA. Tomo VII, Volumen II. 3.a Edición. pp. 152-162.
- FORMENTO, A.N.; VELÁZQUEZ, P.D.; COLL, L. 2015. Comportamiento sanitario de cultivares y líneas avanzadas de colza (*Brassica napus*). Año 2014. INTA EEA Paraná, Entre Ríos. Serie Extensión Digital. Segundo Trimestre. N.º 9. Disponible: <http://inta.gob.ar/documentos/comportamiento-sanitario-de-cultivares-y-lineas-avanzadas-de-colza-brassica-napus-.ano-2014> (Consultado: abril de 2016).
- FORMENTO, A.N. 2014. Manual de enfermedades de colza (*Brassica napus*). Reconocimiento, diagnóstico y manejo. INTA EEA Paraná. p. 77.
- FRY, W.E. 1982. Cultural modifications to suppress the rate of epidemic development. En: Principles of plant disease management. Capítulo 12. Academic Press. pp. 235-244.
- GAETÁN, S.A. 2007. Ocurrencia de manchas foliares en mostaza blanca causadas por *Xanthomonas campestris* en Argentina. En: Libro de Resúmenes XXX Congreso Argentino de Horticultura, La Plata, Buenos Aires. p. 29.
- GAETÁN, S.; MADIA, M. 2010. Incidencia de enfermedades en mostaza blanca en lotes comerciales y experimentales de la prov. de Buenos Aires. En: Libro de Resúmenes XXXIII Congreso Argentino de Horticultura, Rosario, Santa Fe. p. 37.
- GAETÁN, S.A.; MADIA, M.S.; LASALLE, F.; PAUNERO, I.E. 2012. Ocurrencia de la mancha negra de la hoja de la mostaza blanca en lotes de ensayo de la provincia de Buenos Aires. En: Paunero, I.E. (Ed.). Memoria técnica: investigaciones en mostaza, coriandro y otros. Ediciones INTA, San Pedro, Buenos Aires. pp. 34-37.
- GALOTTA, M.; GAETÁN, S.A.; PAUNERO, I.E. 2014. *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* en canola y mostaza blanca: incidencia y síntomas. En: Libro de Resúmenes III Congreso Argentino de Fitopatología, San Miguel de Tucumán, Tucumán. p. 251.
- GANDHI, S.K. 2005. Bacterial diseases of rapeseed-mustard. En: Saharan, G.S.; Mehta, N.; San-

- gwan, M.S. (Eds.). Diseases of oilseed crops. Indus Publishing Co., N. Delhi. Capítulo 2. pp. 87-100.
- GARBAGNOLI, C.; IRIGOYEN, E.D. 1999. Microflora asociada con las semillas de mostaza blanca (*Sinapis alba* L.) en Argentina. Fitopatología 34(3):122-132.
- GOTO, M. 1992. Fundamentals of bacterial plant pathology. Academic Press, Inc., Londres. 342 p.
- KOCKS, C.G.; ZADOKS, J.C.; RUISSEN, M.A. 1999. Spatio-temporal development of black rot (*X. campestris* pv. *campestris*) in cabbage in relation to initial inoculum levels in field plots in The Netherlands. Plant Pathology 48:176-188.
- LANCASHIRE, P.D.; BLEIHOLDER, H.; VAN DEN BOOM, T.; LANGELÜDDEKE, P.; STAUSS, R.; WEBER, E.; WITZENBERGER, A. 1991. A uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. Ann. Appl. Biol. 119:561-601.
- MARCH Podredumbre negra o mancha en "V" (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*), importante enfermedad de la mostaza blanca en Paraná, Entre Ríos
- SCHUTT DE VARINI, L.S.; FORMENTO, A.N.; VELÁZQUEZ, J.C. 2014. Comportamiento sanitario de variedades e híbridos comerciales de colza en INTA EEA Paraná. Año 2013. p. 7. Disponible: <http://inta.gob.ar/documentos/comportamiento-sanitario-de-variedades-e-hibridos-comerciales-de-colza><sup>1</sup> (Consultado: abril de 2016).
- VELÁZQUEZ, G.; ODDINO, C.; MARINELLI, A. 2010. Manejo de enfermedades de los cultivos según parámetros epidemiológicos. INTA-UNRC, Córdoba. p. 193.
- VELÁZQUEZ, P.D. 2016. Análisis temporal de una epidemia de podredumbre negra o mancha en "V" en mostaza blanca, en Paraná, Entre Ríos. Serie de Extensión INTA EEA Paraná N.º 79. p. 91-98. Disponible: <http://inta.gob.ar/documentos/analisis-temporal-de-una-epidemia-de-podredumbre-negra-o-mancha-en-v-en-mostaza-blanca-en-parana-entre-rios-0> (Consultado: marzo de 2017).
- VELÁZQUEZ, P.D.; FORMENTO, A.N.; COLL, L. 2016. Comportamiento de cultivares y líneas avanzadas de colza a la podredumbre negra (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*). Año 2015. Serie de Extensión INTA Paraná N.º 78. pp. 79-86. Disponible: [http://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_parana\\_serie\\_extension\\_78\\_velazquez\\_p\\_79-86.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_parana_serie_extension_78_velazquez_p_79-86.pdf) (Consultado: abril de 2016).
- VELÁZQUEZ, P.D. 2014. Podredumbre negra o mancha en "v" en mostaza blanca (*Sinapis alba* L.) en Paraná, Entre Ríos. Disponible: <http://inta.gob.ar/documentos/podredumbre-negra-o-mancha-en-201cv201d-en-mostaza-blanca-sinapis-alba-l.-en-parana-entre-rios> (Consultado: abril de 2016).
- WILLIAMS, P.H. 2007. Black rot. En: Rimmer, S.R.; Shattuck, V.I.; Buchwaldt, L. (Eds.). Compendium of Brassica diseases. APS Press, St. Paul, MN. pp. 60-62.



# Análisis de los márgenes brutos de los cultivos de mostaza blanca (*Sinapis alba* L.) y coriandro (*Coriandrum sativum* L.) (Zona Norte, Bs.As. Campaña 2015/2016)

Levy, G.; Arizio, O.; Curioni, A.  
Universidad Nacional de Luján.  
gastonlevy@yahoo.com

## Introducción

El coriandro (*Coriandrum sativum* L.) y la mostaza blanca (*Sinapis alba* L.) son cultivos de ciclo invierno-primaveral de zonas templadas, alternativas al cultivo de trigo, a la colza y a otros cereales de invierno y por ende integran las rotaciones, en un doble cultivo con la soja de la región pampeana húmeda. Su agrotecnología de producción es similar a los cultivos de granos extensivos, son cultivos altamente mecanizados.

El coriandro es una especie aromática perteneciente a la familia de las Apiaceae (ex umbeliferae) cuyos granos son empleados enteros o molidos como condimento en la industria alimenticia y también en la formulación de numerosas mezclas de especies, la principal es el polvo curry. Posee propiedades medicinales, es empleado como medio aromático, colagogo y estimulante; además se utiliza en tratamientos de vómitos, cólicos y diarreas. Argentina es un importante productor y exportador de coriandro en grano al mercado regional, destinado principalmente a Brasil; la superficie sembrada de coriandro ha oscilado entre 2000 y 2500 ha, el grueso de ellas en la prov. de Buenos Aires, con una producción de 2000 a 2500 t.año<sup>-1</sup> y un consumo interno de alrededor de 1300 t.año<sup>-1</sup> (1100 como condimento y 200 como materia prima para esencia), lo que permitió saldos exportables de entre 500 y 1000 t.año<sup>-1</sup> de grano según los resultados de las diferentes campañas (Arizio *et al.*, 2010); a su vez esta especie presentó, entre el 2002 y 2011, tasas anuales promedio acumulativas en términos de valor de las importaciones mundiales, superiores al 10 % (Arizio y Curioni, 2014). Las importaciones mundiales de coriandro, en términos de valor, han sufrido un constante aumento en la serie 1990-2009, con incrementos del 197 % entre el primer y último quinquenio; la expansión de las importaciones mundiales en términos de valor, durante los últimos 20 años, registró una tasa anual acumulativa del 7 %, con tasas de 7,6 y 13,8 % para el primero y último decenio respectivamente (Arizio y Curioni, 2011).

La mostaza blanca es una especie de la familia de las crucíferae, sus semillas poseen un intenso sabor acre, pueden utilizarse enteras o molidas después de ser extraído el aceite; la harina se utiliza para la elaboración del condimento o aderezo, conocido con el mismo nombre. La superficie sembrada de mostaza en la Argentina en la década de 1990 ha oscilado durante los últimos años alrededor de las 400 ha, generando una producción cercana a las 200 t.año<sup>-1</sup>, lo que arroja un rinde promedio de unos 500 kg/ha. Sin embargo los niveles de producción no alcanzan para satisfacer las necesidades de la industria de producción de mostaza elaborada, por lo cual se presentan niveles crecientes de importaciones, llegando en el quinquenio 2004-2008 a casi 700 toneladas anuales con precios promedios de importación entre los 0,40 y 1.00 USD.kg<sup>-1</sup>. Nuestro país presenta un crecimiento en la exportación permanente en los productos derivados de la mostaza (harina y mostaza preparada) con destino hacia los países de la región, superando las 500 t y los 500 mil USD en el quinquenio mencionado (Curioni *et al.*, 2010), es decir, que producimos o importamos granos para exportar productos elaborados, es decir, con valor agregado.

La inserción de estos cultivos en los sistemas productivos pampeanos implica conocer no solo su tecnología de producción, cosecha y poscosecha, sino también los precios de comercialización, las empresas compradoras de los granos, la disponibilidad de insumos, los costos de producción y finalmente la rentabilidad del cultivo lo cual induciría o no a suplantar una parte de la superficie de

producción destinada a los cultivos invernales tradicionales y destinarla a la producción de estas especies aromáticas y medicinales. Por todo esto, los objetivos de este trabajo son: 1) presentar los márgenes brutos de coriandro y mostaza para la región centro-norte de la provincia de Buenos Aires; 2) realizar un análisis de sensibilidad para cada cultivo analizado utilizando 3 niveles de rendimiento físico posible y 3 niveles de precios; 3) calcular los distintos retornos por unidad monetaria gastada o invertida en el cultivo; 4) comparar los MB de ambos cultivos (a precio y rendimiento medio) con el margen bruto (MB) del trigo para la misma región, pues posee similitudes tecnológicas además de coincidir su ciclo productivo.

## Materiales y métodos

El margen bruto de una actividad es el valor de la producción menos los costos directos que le son atribuibles (Gonzales y Pagliettini, 2004) y es utilizado en la empresa agropecuaria como herramienta de planificación de corto plazo para comparar las distintas alternativas de cultivo posibles de realizar sin modificación relativa de al menos un factor de producción (normalmente tierra o capital). La metodología del MB evalúa económicamente la diferencia entre costos directos totales (CDT) y el ingreso bruto (precio x rendimiento) estimados por hectárea del cultivo evaluado. Los CDT se obtienen de sumar los costos directos fijos (CDF) y los costos directos variables (CDV). Dentro de los CDF encontramos los costos de implantación (CI) que surgen de sumar las labores e insumos necesarios para la siembra y protección del cultivo en cuestión. Estos CDF constituyen un gasto real del productor que quedara inmovilizado y expuesto a los riesgos ambientales (biológicos y climáticos) y de mercado (precio) por un período relativamente largo, esto es hasta la cosecha y venta de lo obtenido por la inversión realizada. Esto nos indica que los CDF representan para el productor la inversión de mayor riesgo, ya que al incurrir en ellos no se puede conocer con certeza el nivel de rendimiento ni los precios reales que se obtendrán al finalizar el cultivo. Los CDV son aquellos que se incurren durante la cosecha y poscosecha como limpieza y clasificación, flete y comercialización, que en general se valorizan en función del nivel de rendimiento físico real que se obtiene del cultivo. Estos CDV representan inversiones inmovilizadas por un tiempo generalmente corto y rara vez implican un desembolso monetario real para el productor. El MB por hectárea representa el ingreso neto para obtener por hectárea, el cual permite al productor seleccionar mediante la comparación, la o las alternativas de producción más convenientes. En el MB no se incluyen los costos indirectos, ni las amortizaciones de la empresa agropecuaria, ya que estos costos son independientes de las alternativas o actividades productivas de la campaña agrícola.

La evaluación ex-ante permite, a partir de datos estimados, comparar las distintas alternativas de producción y tomar decisiones más certeras permitiendo analizar la posibilidad de insertar en la rotación cultivos alternativos a los commodities agrícolas convencionales, en este caso el trigo o la colza o la cebada. También puede realizarse ex-post utilizando los costos, rendimientos y precios reales para comparar lo estimado en la etapa de planificación. Esta herramienta no debe ser utilizada para responder sobre la continuidad productiva de la empresa agropecuaria ni sobre cuestiones de inversiones que modifiquen la relación de los factores de capital disponibles (Tierra, Capital y Trabajo) en el largo plazo.

El MB presentado para los cultivos de coriandro y mostaza se elaboró en dólares para poder compararse con los MB de trigo elaborados por INTA Pergamino (Muñoz, 2015). El valor del dólar empleado fue de 8,84 \$.USD<sup>-1</sup>; para las labores el valor de la UTA utilizado fue 39,6 USD.ha<sup>-1</sup>. En 1.º lugar se armó el costo de implantación (CI), que consta de dos subítems: labores e insumos. En la tabla del MB con análisis de sensibilidad a los CI se agregaron los costos de cosecha, limpieza y clasificación (CC y L y C), costos de las bolsas y flete largo. La suma nos dará el costo total (CT) que permitió obtener el MB con análisis de sensibilidad con 3 posibles niveles de rendimientos y



precios. Con el ingreso bruto (IB= precio del grano x rendimiento) y el CT se determinó el MB (IB-CT) y luego el retorno (R) por peso invertido en esta actividad (R= MB/CT) para cada combinación de precio y rendimiento.

La implantación del cultivo de coriandro se realiza en siembra directa (SD) con fertilización simultánea y para el caso de la mostaza, se plasmó una siembra convencional con fertilización, las labores primarias y secundarias se plantearon con cincel, disco doble acción y disco más rastra de dientes; también se puede hacer el planteo en SD, similar a lo del coriandro. Las actividades durante el desarrollo del cultivo se orientaron al control de las malezas, no se plantearon la aplicación de insecticidas o fungicidas, pues estas labores dependen de la aparición de estas adversidades. No se debe descartar el uso de curasemillas en los casos de simientes que presenten coloraciones oscuras y manchas, indicadoras de condiciones adversas (elevadas precipitaciones y/o humedad relativa) durante el secado del cultivo y por ende la presencia de patógenos que pueden producir disminución en el 1.º componente del rendimiento que es el número de plantas por superficie.

Los valores de los insumos fueron solicitados a varias agropecuarias regionales y también recabados en la revista Márgenes Agropecuarios (abril 2015). El costo de limpieza y clasificación empleado es de 0,03 USD.kg<sup>-1</sup>. El costo de las bolsas utilizado fue de USD 0,44 para una capacidad de 30 kg de coriandro y de 0,36 USD para una capacidad de 25 kg de mostaza. Los valores de flete considerados fueron de 0,0296 y 0,044 USD.kg<sup>-1</sup> para mostaza y coriandro respectivamente, para un flete de 200 km. Los precios de venta tomados fueron: para el coriandro 0,50 USD.kg<sup>-1</sup> (precio mínimo histórico), 0,65 USD.kg<sup>-1</sup> y 0,80 USD.kg<sup>-1</sup>; para la mostaza 0,50 USD.kg<sup>-1</sup> (precio mínimo histórico), 0,75 USD.kg<sup>-1</sup> y 1,00 USD.kg<sup>-1</sup>. Cabe decir que los mayores precios indicados fueron facilitados por las empresas del sector como los esperados para la próxima campaña.

Para la comparación con el trigo se recurrió al informe de coyuntura del mercado de granos del INTA Pergamino (Muñoz, 2015). Para poder realizar esta comparación todos los precios (insumos, labores y venta) han sido expresados en dólares estadounidenses, sin IVA.

## Resultados y discusión

### Costos de implantación y análisis de sensibilidad del cultivo de mostaza.

**Tabla 1:** Costos de implantación del cultivo de mostaza.

Mostaza abril 2015			
A - Labores	Cantidad	UTA	Total UTA
Aplicación de glifosato	1	0,25	0,25
Cincel	1	0,9	0,9
Disco doble acción	1	0,6	0,6
Disco + diente	1	0,65	0,65
Siembra c/fertilización	1	0,75	0,75
Aplicación herbicida	1	0,25	0,25
Aplicación Gramoxone *	1	0,125	0,125
Total UTA			3,525
Precio UTA (USD)			39,6



Total labores (USD)			139,59
B - Insumos	Cantidad	Precio (USD)	Subtotal
Glifosato (60 %)	2	3,8	7,6
Semilla	10	3	30
PDA (18-46-0)	60	0,64	38,4
Trifluralina	2	9,2	18,4
Gramoxone (Paraquat) *	2	8	8
<b>Total insumos</b>	<b>USD</b>		<b>102,4</b>

Costo de implementación (A+B) USD	241,99
-----------------------------------	--------

\* Esta aplicación es de pre cosecha y como a *posteriori* se siembra soja en directa se computa solo el 50 % del costo y el otro 50 % debe computarse al cultivo de soja.

El análisis de sensibilidad (tabla 2) del cultivo de mostaza en siembra convencional muestra un MB negativo solo con el menor rendimiento y precio del grano, a partir de allí todos los valores de MB son positivos ante la mejora de los precios y/o de los rendimientos con guarismos que pasan de 42 a 767 USD.ha<sup>-1</sup> para el menor y mayor MB positivo, respectivamente. Para el caso de precios y rindes medios, situación más esperable se obtiene un margen bruto de 267 USD.ha<sup>-1</sup> y un retorno de 0,65 USD por encima del dólar invertido, lo que implica una tasa de interés del 65 % obtenida en un plazo de 6-7 meses. Estos valores resultan levemente inferiores a los obtenidos en la campaña 2011/12 (Curioni y Arizio, 2012).

De los dos componentes del CI (tabla 1), los costos de labores, como se observa, tienen una mayor incidencia (superan en un 36 % a los costos de los insumos) debido al planteo de siembra convencional de este cultivo. Si este se realizara en siembra directa, las UTAs bajarían de 2,15, a 1,38 con cerca de 30 USD por ha de ahorro. La adopción del planteo de siembra convencional se enmarca dentro de las necesidades de aplicación de la trifluralina convencional, es decir, aquella que debe incorporarse por medio de labores mecánicas al suelo. En el caso de aplicar la trifluralina no fotosensible (no siempre presente en el mercado), se podría realizar la SD con un costo de implantación que apenas supera los 157 USD.ha<sup>-1</sup>. A esta cifra habría que agregarle unos 3,6 USD.ha<sup>-1</sup> por un mayor valor del precio de la trifluralina que no se incorpora; sin embargo esto podría estar ampliamente neutralizado, pues no siempre es necesario el uso del glifosato en los planteos de siembra convencional, pues las labores actuarían suplantando esta aplicación.

**Tabla 2:** Análisis de sensibilidad del cultivo de mostaza

Rendimiento medio (kg/ha)	600			900			1200		
	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00	0,50	0,75	1,00
Precio grano (USD/kg)	300	450	600	450	675	900	600	900	1200
IB (USD/ha)	241,99	241,99	241,99	241,99	241,99	241,99	241,99	241,99	241,99
CC (USD/ha)	91,50	91,50	91,50	91,50	91,50	91,50	91,50	91,50	91,50
L y C (USD/ha)	18,00	18,00	18,00	27,00	27,00	27,00	36,00	36,00	36,00
Bolsas (USD/ha)	13,85	13,85	13,85	20,77	20,77	20,77	27,69	27,69	27,69
Flete (USD/ha)	17,76	17,76	17,76	26,64	26,64	26,64	35,52	35,52	35,52
CT (USD/ha)	383,10	383,10	383,10	407,90	407,90	407,90	432,71	432,71	432,71
MB (USD/ha)	-83,10	66,90	216,90	42,10	267,10	492,10	167,29	467,29	767,29
Retorno	-	0,17	0,57	0,10	0,65	1,21	0,39	1,08	1,77



## Costos de implantación y análisis de sensibilidad del cultivo de coriandro

Comparando estos costos de implantación con los presentados en la campaña 2011/2012 (Ari-zio y Curioni, 2012) estos no presentan diferencias aunque en el planteo anterior se aplicaba en precosecha para homogeneizar el cultivo y pasar rápidamente al cultivo de soja, el glifosato cuyo precio es el 50 % del precio del gramoxone. Este cambio se realizó producto de las investigaciones realizadas, que han detectado la presencia de residuos de glifosato en los granos de coriandro, pues “los residuos de tratamientos con glifosato superan los límites máximos de residuos (LMR) impuestos por el SENASA y varios países agro importadores” (Aquilano *et al.*, 2014).

**Tabla 3:** Costos de implantación del cultivo de coriandro.

Coriandro abril 2015			
A - Labores	Cantidad	UTA	Total UTA
Aplicación de glifosato	1	0,25	0,25
Siembra con fertilización	1	1,15	1,15
Aplicación herbicida	1	0,25	0,25
Aplicación Gramoxone *	1	0,125	0,125
Total UTA			1,775
Precio UTA (USD)			39,6
<b>Total labores (USD)</b>			<b>70,29</b>
B - Insumos	Cantidad	Precio (USD)	Subtotal
Glifosato	3	3,8	11,4
Semilla	20	2,5	50
18-46-0	50	0,64	32
Linuron	2	29	58
Gramoxone (Paraquat) *	2		8
<b>Total insumos (USD)</b>			<b>159,4</b>
<b>Costo de implantación (A+B)</b>			<b>229,69</b>

\* Esta aplicación es de precosecha y como a *posteriori* se siembra soja en directa se computa solo el 50 % del costo y el otro 50 % debe computarse al cultivo de soja.

La diferencia entre el menor y mayor CT del coriandro en función de los rendimientos propuestos fue de 89,11 USD.ha<sup>-1</sup> (tabla 4). El cálculo del margen bruto por hectárea de coriandro con 3 niveles de sensibilidad de precios y rendimientos muestra que los MB oscilan 89 y 1100 dólares por hectárea para el menor precio y menor rendimiento y para el mayor precio y mayor rendimiento, respectivamente.

Los retornos generados en ningún caso son negativos y se encuentran entre los 0,22 y 2,2 USD, por dólar de costo invertido; cualquiera sea el precio de los granos, para el menor rendimiento, los retornos están por debajo de la unidad al igual que el rendimiento medio y el menor precios del grano (0,65 USD.kg<sup>-1</sup>). En todas las restantes situaciones la retribución al capital supera la unidad.

**Tabla 4:** Análisis de sensibilidad del cultivo de coriandro.

Rendimiento medio (kg/ha)	1000			1500			2000		
	0,5	0,65	0,8	0,5	0,65	0,8	0,5	0,65	0,8
Precio grano (USD/kg)									
IB (USD/ha)	500	650	800	750	975	1200	1000	1300	1600
CI (USD/ha)	229,69	229,69	229,69	229,69	229,69	229,69	229,69	229,69	229,69
CC (USD/ha)	91,50	91,50	91,50	91,50	91,50	91,50	91,50	91,50	91,50
L y C (USD/ha)	30,00	30,00	30,00	45,00	45,00	45,00	60,00	60,00	60,00
Bolsas (USD/ha)	14,71	14,71	14,71	22,06	22,06	22,06	29,41	29,41	29,41
Flete (USD/ha)	44,41	44,41	44,41	66,61	66,61	66,61	88,81	88,81	88,81
<b>CT (USD/ha)</b>	<b>410,30</b>	<b>410,30</b>	<b>410,30</b>	<b>454,86</b>	<b>454,86</b>	<b>454,86</b>	<b>499,41</b>	<b>499,41</b>	<b>499,41</b>
<b>MB (USD/ha)</b>	<b>89,70</b>	<b>239,70</b>	<b>389,70</b>	<b>295,14</b>	<b>520,14</b>	<b>745,14</b>	<b>500,59</b>	<b>800,59</b>	<b>1100,59</b>
Retorno	0,22	0,58	0,95	0,65	1,14	1,64	1,00	1,60	2,20

### Comparación del Margen Bruto de mostaza, coriandro y trigo.

Como vemos en la tabla 5, el costo de implantación por hectárea para la mostaza (USD 242) y para el coriandro (USD 230) son sensiblemente inferiores a la del trigo (USD 337); este costo de implantación representa la inversión con mayor riesgo en la que incurre el productor durante la campaña agrícola, por lo cual esta diferencia con el trigo de aproximadamente 100 USD.ha<sup>-1</sup> a favor de ambos cultivos no es menor.

Cuando comparamos los CDT, el trigo cuesta 512 USD.ha<sup>-1</sup> para un rendimiento de 3500 kilos y 563 USD.ha<sup>-1</sup> para un rendimiento de 4500 kilos. La mostaza tiene un CDT de 408 USD.ha<sup>-1</sup> para un rendimiento medio de 900 kg y el coriandro, 455 USD.ha<sup>-1</sup> para un rendimiento de 1500 kg.

Comparados con el trigo de 3500 kg.ha<sup>-1</sup>, producir mostaza esta campaña sería 104 USD o coriandro 57 USD más barato. Comparado con el rendimiento máximo del trigo (4500 kg.ha<sup>-1</sup>) estas diferencias se acrecientan en 51 USD adicionales, en favor de los cultivos alternativos evaluados. El MB (IB-CDT) del trigo para el primer rendimiento es levemente positivo, apenas de 3 USD.ha<sup>-1</sup> mientras que para el rendimiento máximo de 4500 kg.ha<sup>-1</sup> el MB alcanza los 100 USD. Los retornos para este cultivo son de 0,01 y 0,18 para los respectivos rendimientos, mínimo y máximo. La mostaza, con rendimiento medio de 900 kg y precio medio histórico de 0,75 USD.kg<sup>-1</sup>, arroja un MB positivo de 267 USD.ha<sup>-1</sup> y un retorno de 0,65. En el coriandro con rendimiento medio (1500 kg) y precio medio histórico (0,65 USD.kg<sup>-1</sup>) encontramos el MB más elevado de la comparación con 520 USD.ha<sup>-1</sup> y retornos de 1,14 por dólar invertido.

Cabe aclarar que esta comparación es simbólica, ya que la comparación de las alternativas de precios de mostaza y coriandro medios históricos deberían realizarse con los precios medios históricos del trigo, en cuyo caso se obtendrían MB favorables también al cultivo de mostaza y coriandro; por un lado, en muchos casos los niveles de rendimiento del trigo son inferiores a los 3500 kg.ha<sup>-1</sup>, razón por la cual cada productor debería adaptar esta comparación a la situación real de sus niveles de producción de trigo para tomar una decisión. Por otro lado, es necesario expresar que se debe prestar especial atención al ajustar el paquete tecnológico de estas dos especies para elevar los rendimientos unitarios y poder competir exitosamente con los cultivos tradicionales de grano fino invierno-primaverales.



**Tabla 5:** Comparación de los márgenes brutos de coriandro, mostaza y trigo.

Abril 2015		TRIGO (qq)		MOSTAZA	CORIANDRO
Rendimiento	Qq - kg/ha	35	45	900	1500
Precio futuro	USD/qq - kg	14,7	14,7	0,75	0,65
Ingreso bruto	USD/Ha	515	662	675	975
Costo de implantación	USD/Ha	337	337	242	230
Gastos de cosecha	USD/Ha	46	60	91	91
Gasto comercialización	USD/Ha	129	166	75	134
Costos totales	USD/Ha	512	563	408	455
Margen bruto	USD/Ha	3	100	267	520
	Retorno	0,01	0,18	0,65	1,14

**Nota:** mostaza y coriandro: rendimientos medios y precios de exportación medios históricos. Trigo: 2 niveles de rendimientos (medio y alto) y precio según boletín "Informe de coyuntura del mercado de granos" (Muñoz, 2015).

## Conclusiones

- Los costos de implantación de los cultivos propuestos son menores a los que demanda la implantación de trigo, por lo cual su incorporación en los sistemas de producción pampeanos no requiere de niveles mayores de inversión de capital por unidad de superficie.
- Los precios actuales de mercado de mostaza y coriandro permiten obtener elevadas rentabilidades aun con bajos rendimientos.
- Dado que los precios de ambos granos se encuentran correlacionados con los precios de los commodities agropecuarios, ambas producciones se presentan como una alternativa para ser considerada en las rotaciones agrícolas de la región pampeana centro-norte de la provincia de Bs. As., más allá de las variaciones ocasionales de precios que puedan generarse en los mercados.
- La comparación realizada entre los tres cultivos invierno-primaverales, tanto el cultivo de la mostaza como del coriandro se presentan como alternativas rentables no excluyentes, para ser consideradas en la rotación y diversificación agrícola de pequeños y medianos productores.

## Bibliografía

- AQUILANO, C.; FONT, A.; ROJAS, D.; CRISTOS, D.; RICCA, A.; PAUNERO, I.E.; BAZZIGALUPI, O. 2014. Efecto de herbicidas de precosecha sobre la calidad fisiológica y agroalimentaria de las semillas de coriandro (*Coriandrum sativum* L.). XXXVII Congreso Argentino de Horticultura, Mendoza, Argentina.
- ARIZIO, O.P.; CURIONI, A.O. 2014. Intercambio mundial y regional de especias en términos de valor. 1992-2011. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. Vol. 8 N.º 1. pp. 142-154.
- ARIZIO, O.; CURIONI, A. 2012. Evaluación económica del cultivo de coriandro para la región pampeana-centro norte de Bs. As., campaña 2011/2012. Memoria técnica: Investigaciones en mostaza, coriandro y otros. Ed. Paunero, I.E. ISBN 978-987-679-140-3. pp. 64-68 Disponible <http://inta.gov.ar/documentos/memoria-tecnica-aromaticas> (verificado: 28/11/2016)

- ARIZIO, O.; CURIONI, A. 2011. Mercado mundial y regional de coriandro (*Coriandrum sativum* L.). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. Vol. 5 N.º 2. pp. 263-278. ISSN 2011-2173.
- ARIZIO, O.; CURIONI, A.; GARCÍA, M.; ALFONSO, W. 2010. Coriandro (*Coriandrum sativum* L.). Agrotecnología, calidad y mercados. Curso: Aromáticas de grano: Producción e inversión en mostaza blanca y coriandro. Agroconsultora Plus-Fundación ArgenINTA. 8 y 9 de abril del 2010. pp. 33. <http://www.agroconsultoraplus.com/cursoaromaticasgrano.html>
- CURIONI, A.; ALFONSO, W.; ARIZIO, O. 2010. Mostaza blanca. (*Sinapis alba* L. syn. *Brassica hirta*). Agrotecnología, calidad y mercados. Curso sobre Aromáticas de granos: Producción e inversión en mostaza blanca y coriandro. 8 y 9 de abril del 2010. Agroconsultora Plus-Fundación-ArgenINTA. pp. 36.
- GONZÁLEZ, M.; PAGLIETTINI, L.L. 2004. Los costos agrarios y sus aplicaciones. Editorial FAU-BA. ISBN 950-29-0630-6.
- MUÑOZ, R. 2015. Informe de Coyuntura del mercado de granos. Informe quincenal. INTA N.º 432/2015.



# Evaluación de cultivares de mostaza marrón (*Brassica juncea*) en el noreste bonaerense

Paunero, I.E.

Estación Experimental Agropecuaria San Pedro, I  
NTA. Ruta 9, km 170. San Pedro, Bs. As.  
paunero.ignacio@inta.gob.ar

## Introducción

Las mostazas pertenecen a la familia *Brassicaceae* que cuenta con 300 géneros y 3000 especies. Los principales géneros y especies son, respectivamente: *Sinapis alba* L. sin. *Brassica hirta* (mostaza blanca o amarilla); *Brassica juncea* (mostaza marrón o india) y *Brassica nigra* (mostaza negra). El principal uso de los granos de estas mostazas es la elaboración de harina y el condimento del mismo nombre. Existiendo escasos antecedentes de evaluaciones de mostaza marrón para la cosecha de sus granos, en el noreste de la provincia de Buenos Aires.

El objetivo del estudio fue evaluar la fenología, los componentes del rendimiento y la composición química de los granos de mostaza marrón cultivadas en San Pedro, provincia de Buenos Aires.

## Materiales y métodos

Durante dos campañas (2012 y 2013) se evaluaron las cultivares Golden y Ruby, de origen japonés, del semillero Tokita. En 2012 se sembró el 9 de mayo y en 2013, el 12 de junio.

Se sembró utilizando labranza convencional incorporando con la última pasada de rastra de discos el herbicida presiembra trifluralin (48 %) en dosis de 2,4 l.ha<sup>-1</sup> de producto comercial. Se fertilizó con 150 kg.ha<sup>-1</sup> de urea aproximadamente a los cincuenta días de la siembra. Se registraron los mm de lluvias caídos en cada año.

Se utilizó un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones, formadas por cinco filas de plantas de 5 metros de largo, distanciadas a 0,20 m entre filas.

Se determinó la fenología: fechas de siembra, floración y cosecha. Los componentes del rendimiento: número de plantas por metro cuadrado, número de frutos o silículas por planta, número de semillas por silícula y rendimientos. El crecimiento vegetativo se evaluó a través de la medición de la altura de plantas. El análisis de la composición química de los granos se realizó utilizando la norma IRAM 5651:1997 y LPE. 0096 Materia grasa–Método Butt ( $\mu\text{mol.g}^{-1}$ ). Se realizó el análisis de la varianza y se analizó la interacción año\*cultivar ( $\alpha=0,05$ ).

## Resultados y discusión

Las fechas de floración y cosecha fueron el 14 y 17 de septiembre, y el 8 y 18 de noviembre, para el año 2012 y 2013, respectivamente, sin diferencias entre cultivares. El agua recibida durante el ciclo en 2012 y 2013 fue de 686,7 y 339,5 mm, respectivamente.

No hubo interacción año \* variedad, ni efecto de la variedad, para ninguna de las componentes del rendimiento evaluadas. Hubo efecto del año para algunas variables (número de semillas por fruto; altura de plantas, y rendimientos). Los valores promedio de todas las componentes del rendimiento se presentan en la tabla 1.

**Tabla 1:** Componentes del rendimiento y crecimiento vegetativo de las variedades Ruby y Golden, sembradas en San Pedro. Años 2012 y 2013.

		Variables				
		N.° pt x m <sup>2</sup>	N.° fr x m <sup>-1</sup>	N.° sem x fr <sup>-1</sup>	Alt (cm)	Rend. Kg x ha <sup>-1</sup>
Variedad	Ruby	158,57 a	253 a	12,32 a	129,83 a	2922,1 a
	Golden	170,35 a	214,5 a	10,96 a	134,04 a	2268,9 a
Años	2012	167,5 a	226,33 a	12,96 a	119,17 b	1851 b
	2013	162,19 a	239,31 a	10,65 b	141,51a	3153,8 a

**Nota:** N.° pt x m<sup>2</sup>= número de plantas por metro cuadrado; N.° fr x pt<sup>-1</sup>= número de frutos por planta; N.° sem x fr<sup>-1</sup>= número de semillas por fruto; Alt (cm)= altura de plantas en centímetros; Rend. kg x ha<sup>-1</sup>= rendimiento en kilogramos por hectárea. Letras iguales en la misma columna para variedades y años, indica que no existen diferencias estadísticas significativas.

Se observó mayor altura de plantas, menor número de semillas por fruto y mayor rendimiento en el año 2013. Existiendo antecedentes de evaluaciones anteriores, donde las plantas alcanzaron todavía mayor altura, pero con rendimientos inferiores. Siendo similar el número de semillas por fruto.

La materia grasa (S.S.S. %), el porcentaje de los distintos ácidos grasos (%) y los glucosinolatos ( $\mu\text{mol.g}^{-1}$ ) se presentan en la tabla 2.

**Tabla 2:** Materia grasa, ácidos grasos y glucosinolatos de las variedades Ruby y Golden, sembradas en San Pedro.

	Golden	Ruby
Mat. Grasa s.s.s. (%)	36,1	39,7
Ác. Palmítico (16:00)	2,5	2,5
Ác. Estearico (18:00)	1,3	0,8
Ác. Oléico (18:01)	12,7	11,5
Ác. Linoléico (18:02)	16,8	17,4
Ác. Linolénico (18:03)	11,8	11,9
Ác. Araquidónico (20:04)	0	0
Ác. Gadoléico (20:01)	7,7	7,2
Ác. Erúcico (22:01)	43,8	46,5
Glucosinolatos ( $\mu\text{mol.g}^{-1}$ )	82	91

Las variaciones en los rendimientos pueden atribuirse a la distinta disponibilidad de agua de cada año, así como la diferente fecha de siembra. Efectuando un efecto depresor el exceso de agua recibido en 2012. Los altos rendimientos obtenidos en 2013, superaron los obtenidos en la zona con mostazas amarillas, demostrando el alto potencial de rendimiento de esta especie.

La composición general de ácidos grasos y de ácido erúcico en particular, se encuentran dentro de los valores indicados por FAO (1991). Poseen mayor cantidad de materia grasa y ac. erúcico, y similar contenido de glucosinolatos, respecto de otras mostazas amarillas evaluadas anteriormente.





Vista del ensayo de mostaza marrón.



Semillas de mostaza marrón.

## Bibliografía

- FAO. 1991. Utilización de alimentos tropicales: semillas oleaginosas tropicales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma
- LÓPEZ ARGUELLO, E.; BARRERA VÁZQUEZ, C.; BOSCH BOSCH, N. 1999. Estudio analítico de la composición en ácidos grasos de mostaza y salsas de mostaza. *Grasas y Aceites* Vol. 50. Fase. 6 (1999), 444-447. Disponible en <http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/view/692/703> (Verificado: diciembre de 2014).
- PAUNERO, I. E. 2009. Evaluación de cultivares de mostaza (*Sinapis alba* L.) en San Pedro. Campaña 2008. Disponible en: [http://www.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/2009/ip\\_0901.htm](http://www.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/2009/ip_0901.htm) (Verificado: diciembre de 2014).
- PAUNERO, I.E.; POLENTA, G. 2011. Evaluación agronómica y química de germoplasma de mostaza. XXXIV Congreso Argentino de Horticultura, Ciudad de Bs. As. Horticultura Argentina 30(73): 137.



# Efecto de herbicidas de precosecha sobre la calidad fisiológica y agroalimentaria de la semilla de coriandro (*Coriandrum sativum* L.)

Aquilano, C.<sup>2</sup>; Font, A.<sup>1</sup>; Ricca, A.<sup>3</sup>; Paunero I.E.<sup>4</sup>; Bazzigalupi, O.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>EEA Pergamino INTA; <sup>2</sup>UNNOBA;

<sup>3</sup>Centro de Investigación de Agroindustria INTA;

<sup>4</sup>EEA San Pedro INTA.

omar.bazzigalupi@gmail.com

## Introducción

Esta especie, que posee un amplio período de antesis, produce semillas cuyo grado de madurez a cosecha es heterogéneo. Es conocida la aplicación de herbicidas desecantes, que aceleran y uniformizan el secado del cultivo de coriandro y de las malezas eventuales, para facilitar la cosecha de semillas. Sin embargo, hay evidencias de que la utilización de herbicidas desecantes, tales como glifosato y paraquat, puede generar residuos de esos plaguicidas en los productos cosechados (Cessna *et al.*, 2002) y además tener efectos sobre la germinación de las semillas. El Código Alimentario Argentino establece los límites máximos de residuos (LMR) para los alimentos comercializados en la República Argentina. Para los productos no incluidos, como el coriandro, se establece un valor por defecto de 10 µg/kg.

El objetivo del trabajo fue evaluar los efectos de glifosato y paraquat aplicados en precosecha sobre la calidad fisiológica y agroalimentaria de las semillas.

## Materiales y métodos

Se evaluaron glifosato (2 l.ha<sup>-1</sup>) y paraquat (2 l.ha<sup>-1</sup>), temprano y tardío, aplicados en el cultivo con semillas de 62 y 47 % de humedad (H) respectivamente, cosechadas con H menor al 12 %.

La calidad de la semilla fue determinada mediante análisis de germinación, 20-30 °C, sobre papel, con fotoperíodo de 10 horas y evaluación final a los 21 días (ISTA, 2007) y los residuos analizados por LC-MS/MS, previa extracción por el método de análisis de pesticidas altamente polares, EURL-SRM QuPPE-Method (modificado). El diseño de campo fue en franjas con ocho repeticiones, análisis de varianza de la germinación mediante SAS y comparación de medias mediante Tukey (P<0,05).

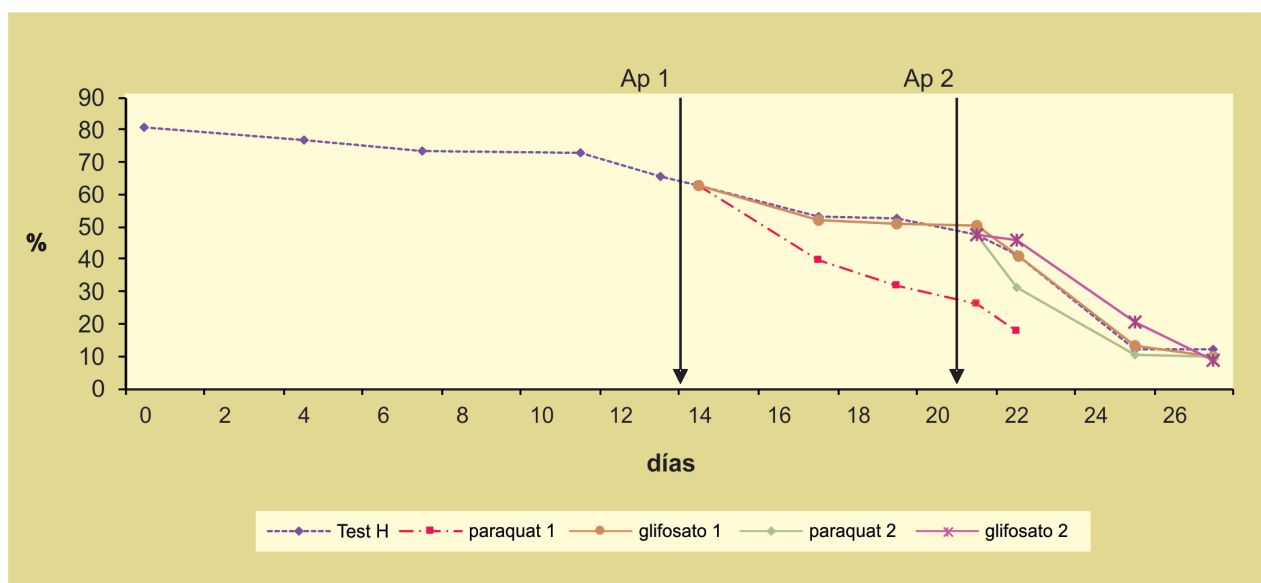
## Resultados y discusión

Con el tratamiento paraquat temprano las semillas pierden rápidamente su contenido de humedad, mientras que las tratadas con glifosato temprano acompañaron al testigo y con glifosato tardío demoraron la pérdida (figura 1).

Las aplicaciones tempranas de ambos herbicidas causaron pérdida de plántulas normales; aumentaron significativamente las semillas muertas (40 %) con paraquat temprano y las plántulas anormales (19 %) con glifosato tardío (tabla 1).

El glifosato produjo semillas con residuos de Gly de 700 y 1200 y de AMPA de 500 y 1200 µg/kg para aplicaciones temprana y tardía, respectivamente (tabla 2). En semillas provenientes de parcelas tratadas con paraquat no se encontraron residuos de herbicida mientras que las tratadas con glifosato superaron los límites máximos de residuos impuestos por el SENASA y también por los países importadores.





**Figura 1:** Cinética del contenido de humedad de las semillas durante el período de madurez a cosecha. Con indicación del momento de primera (AP 1) y segunda aplicación (AP 2) de los tratamientos.

**Tabla 1:** plántulas normales y anormales, semillas frescas y muertas del análisis de germinación correspondiente a cada tratamiento.

Tratamiento	Germinación (%)			
	Plántulas		Semillas	
	Normales	Anormales	Muertas	Frescas
Control	52 a	10 b	27 b	11 c
Paraquat temprano	28 bc	12 b	40 a	20 b
Paraquat tardío	48 a	15 ab	25 b	12 bc
Glifosato temprano	20 c	15 ab	27 b	38 a
Glifosato tardío	38 ab	19 a	25 b	18 bc
CV	27,4	32,5	38,2	45,9
Media	37,2	14,2	28,8	19,8

**Tabla 2:** Contenido de residuos de herbicida glifosato en semillas correspondientes a cada tratamiento.

Tratamiento	Gly	AMPA
Glifosato temprano	700	500
Glifosato tardío	1200	1200
Testigo	0	0

## Conclusión

En la producción de semillas de coriandro se deben evitar las aplicaciones de glifosato en pre-cosecha para preservar la inocuidad del alimento y la calidad de la semilla.

## Bibliografía

- ANMAT. 2008. Disponible en: [http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/Capitulo\\_XI.pdf](http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/Capitulo_XI.pdf) verificado: febrero de 2016.
- BAING, M.N., Darwent, A.L., Harper, K.N., & O'Donovan, J.T. 2003. Preharvest applications of glyphosate affect emergence and seedling growth of field pea (*Pisum sativum*). *Weed Sci.* 17(4): 655-665.
- BAZZIGALUPI, O.; PAUNERO, I.E.; FONT, A.; AQUILANO, C.; LLERA, A.2011. Efecto de glifosato y paraquat aplicados en precosecha sobre la calidad de la semilla de coriandro (*Coriandrum sativum* L.). Libro de resúmenes XXXIV Congreso Argentino de Horticultura. p. 62. ISBN 978-987-978-12-8-9. Buenos Aires, Argentina, 27 al 30 de septiembre de 2011.
- CAMERONI, M. 2011. Coriandro. Ficha técnica. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (Minagri), pp. 9-10. Disponible en: [http://www.alimentosargentinos.gov.ar/.../Informe\\_Coriandro\\_2011\\_07Jul.pdf](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/.../Informe_Coriandro_2011_07Jul.pdf) verificado: febrero de 2014.
- CESSNA, A.J.; DARWENT, A.L.; TOWNLEY, L.; HARKER, K.N.; KIRKLAND, K.J. 2002. Residues of glyphosate and its metabolite AMPA in field pea, barley and flax seed following preharvest applications. *Can. J. Plant Sci.* 82, 485-489.
- DALTRO, E.M.F.; FIGUEIREDO E ALBUQUERQUE, M.C.; FRANÇA NETO, J.; CARNEIRO GUIMARAES, S.; PIZA GAZZEIRO, D.L.; HENNING, A.A. 2010. Aplicação de dessecantes em pré-colheita: efeito na qualidade fisiológica de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, 32, (1):112-122.
- DARWENT, A.L.; KIRKLAND, K.J.; TOWNLEY, L.; HARKER, K.N.; CESSNA, A.J.; LUKOW, O.M.; LEFKOVITCH, L.P. 1994. Effect of preharvest applications of glyphosate on the drying, yield and quality of wheat. *Canadian Journal of PlantScience*, 74:221-230.
- ISTA. 2007. International Rules for Seed Testing. Publicado por The International Seed Testing Association (ISTA). Suiza.
- MATHUR, H.B.; AGARWAL, H.C.; JOHNSON, S.; SAIKIA, N. 2005. Analysis of Pesticide Residues in Blood Samples From Villages of Punjab. CSE/PML/PR.
- PETERSON, D. 2010. Sunflower preharvest treatments. Kansas St. Univ., K-state Extension. *Agromony, e-Updates N.º 261*: 4-5.



# Estudios bioecológicos de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera, Plutellidae) asociados a diferentes especies y variedades de mostaza

Bruno, Martín<sup>1,3</sup>; Riquelme Virgala, María B.<sup>1,2</sup>; Ansa, Agustina<sup>1,2</sup>; Santadino, Marina<sup>1,2</sup>; Di Silvestro, Gisela<sup>1,3</sup>.

<sup>1</sup>Laboratorio de Zoología Agrícola, Dpto. de Tecnología, Universidad Nacional de Luján.

<sup>2</sup>Cátedra de Zoología Agrícola, Facultad de Agronomía, UBA.

<sup>3</sup>Instituto Municipal de Desarrollo Sustentable, Municipalidad de Moreno.  
zoogrounlu@gmail.com.

## Introducción

*Plutella xylostella*, conocida vulgarmente como “polilla de las coles”, es un microlepidóptero considerado como la plaga más destructiva de los cultivos de la familia Brassicaceae en el mundo. El daño es producido por la larva cuando se alimenta de hojas, brotes y flores (Talekar y Shelton, 1993; Pastrana, 2004).

La presencia de *P. xylostella* se ha registrado en la mayor parte de nuestro país, asociado a crucíferas hortícolas y colza. En relevamientos llevados a cabo en la localidad de Luján, se determinó que esta polilla es la principal especie fitófaga asociada al cultivo de mostaza en dicha región (Riquelme Virgala y Martínez, 2012). Del mismo modo, en ensayos llevados a cabo en el INTA San Pedro con variedades de mostaza marrón, *P. xylostella* constituyó la principal especie plaga, llegando a ser necesario el uso de lambdacialotrina para su control (Paunero, 2014).

Los objetivos de este trabajo fueron: 1-determinar la preferencia y la fluctuación poblacional de *P. xylostella* en las distintas especies y variedades de mostaza a campo y su relación con los estados fenológicos del cultivo; 2-describir el ciclo biológico en laboratorio asociado a las diferentes especies y variedades de mostaza.

## Materiales y métodos

Muestreo a campo: el estudio se desarrolló en el Campo Experimental de la Universidad Nacional de Luján (UNLu), provincia de Buenos Aires, perteneciente a la región natural de La Pampa húmeda (34° 36' S; 59° 04' O; 28 m s.n.m.). Se sembraron, a mediados de junio, parcelas experimentales con las variedades Delfina INTA y Andante de mostaza amarilla (*Sinapis alba*) y Golden y Ruby de mostaza marrón (*Brassica juncea*). Las parcelas se dispusieron siguiendo un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones. Cada parcela contaba con 8 surcos, distanciados a 20 cm entre sí y de 10 metros de longitud. Se determinó el estado fenológico de 10 plantas por parcela elegidas al azar utilizando la escala fenológica propuesta por Meier (2001) para el cultivo de colza (*Brassica napus* L.).

Los muestreos se realizaron semanalmente. En cada fecha de observación, se capturaron larvas y adultos utilizando una red entomológica, realizando 5 golpes consecutivos en cada parcela. Su contenido se volcó en un frasco y luego en laboratorio se registró el número de adultos y larvas de *P. xylostella*.

Estudios en laboratorio: los ensayos se realizaron en el laboratorio de Zoología Agrícola en condiciones de temperatura y humedad controladas (25±2 °C; 60±10 % HR).

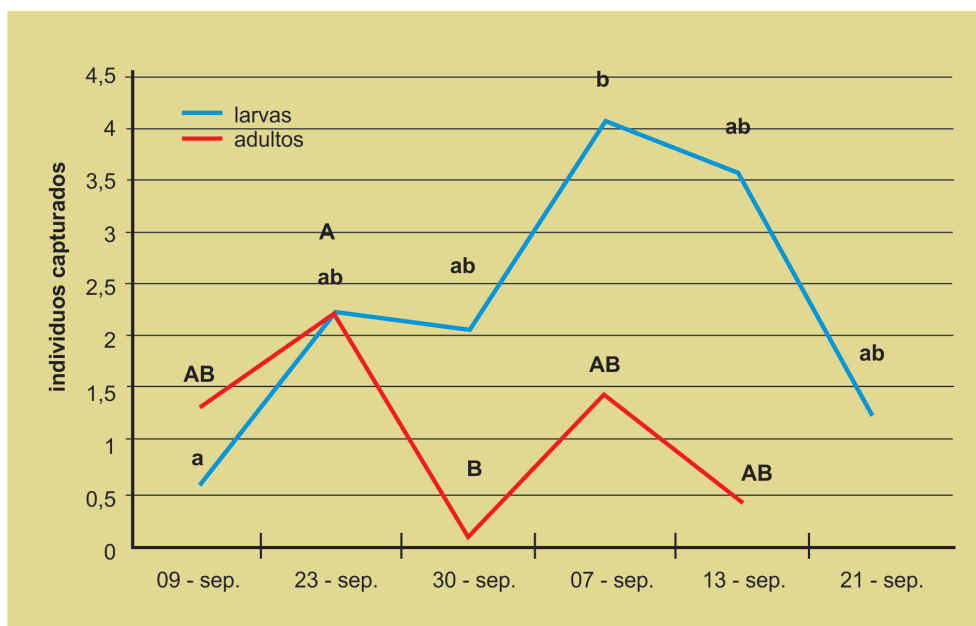
Ciclo de desarrollo y fecundidad: para cada variedad, una cohorte de 20 huevos se aislaron y criaron hasta la emergencia de los adultos. Se registró el tiempo de desarrollo y el sexo de cada ejemplar. Una vez emergidos los adultos, se formaron parejas que se colocaron aisladamente en frascos ofreciendo como sustrato de oviposición, hojas correspondientes a la variedad en la que se desarrolla-

ron. Cada dos o tres días se contabilizó el número de huevos por hembra hasta su muerte. Análisis estadístico: se evaluó la cantidad de larvas y adultos capturados en la red empleando un análisis de varianza de medidas repetidas, con una variable entre sujetos (variedad) y una dentro sujetos (fecha). Para la variable adultos/red no se cumplió el supuesto de esfericidad de Mauchly, por lo que se recurrió a la corrección de Greenhouse-Geisser. Las variables fecundidad y longevidad de las hembras fueron sometidas a un análisis de varianza de un factor (variedad) mientras que la duración de ciclo de desarrollo se evaluó con la prueba de Kruskal-Wallis por no cumplirse el supuesto de normalidad. Se contrastaron las medias con las pruebas de Tuckey y de Games-Howell.

## Resultados y discusión

Se registró la presencia de larvas y adultos de *P. xylostella* en todos los materiales genéticos estudiados. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en el número medio de larvas ( $F_{3,8}$ : 1,61; p: 0,263), ni en el número medio de adultos ( $F_{3,8}$ : 0,90; p: 0,480) capturados a campo, entre las variedades de mostaza, independientemente de la fecha de muestreo. Estos resultados indicarían que la población de *P. xylostella* no posee una selección diferencial por alguno de los materiales empleados. Las crucíferas poseen metabolitos secundarios llamados glucosinolatos que utilizan las plagas específicas de esta familia como señales para reconocerlas (Balusu y Fadamiro, 2011). Estas sustancias varían entre diferentes materiales genéticos (Rosa y Rodrigues, 2001; Bellostas *et al.*, 2004), pero su composición cuali y cuantitativa se aproxima cuanto mayor es la cercanía taxonómica entre las plantas (Fahey *et al.*, 2001). Los materiales estudiados en este trabajo corresponden a variedades de dos especies muy cercanas taxonómicamente que emitirían señales químicas similares produciendo que el insecto no logre diferenciar entre una y otra. Resultados similares se han encontrado para otra plaga específica de brasicáceas, *Microtheca ochroloma* (Riquelme Virgala *et al.*, 2014).

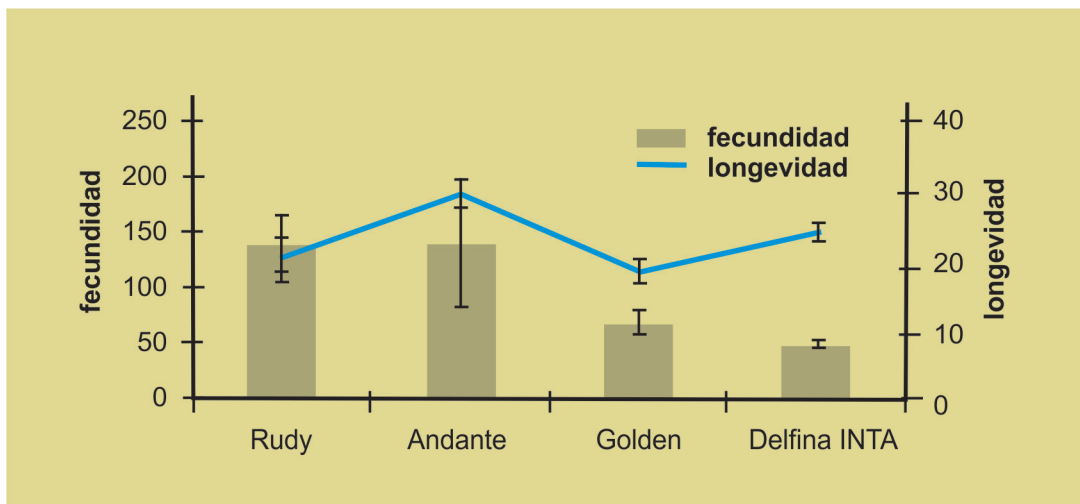
La abundancia de larvas y adultos durante el ciclo del cultivo varió significativamente entre las fechas de muestreo, independientemente de las variedades (FLARVAS: 4,32; p: 0,003; FADULTOS: 5,23; p: 0,019) (figura 1). Las capturas de adultos mostraron dos picos poblacionales, siendo



**Figura 1.** Fluctuación de larvas y adultos de *Plutella xylostella* sobre mostaza. Letras desiguales mayúsculas para larvas y minúsculas para adultos indican diferencias significativas.



el máximo de 2,2 adultos/parcela. La población de larvas fue en aumento hasta alcanzar un pico máximo medio de 4,1 larvas/parcela el 7 de octubre, lo que coincidió con las etapas fenológicas de inicio de floración y floración plena. El descenso poblacional de las últimas semanas podría corresponder a un fenómeno natural por senescencia de las hojas del cultivo y la consecuente falta de alimento para las larvas.



**Figura 2.** Longevidad y fecundidad de las hembras de *Plutella xylostella* sobre diferentes variedades de mostaza.

La longevidad de las hembras varió entre 29,7 y 18,2 días, resultados que se encuentran dentro de los valores encontrados por otros autores (Fernández y Alvarez, 1988; Marchioro y Foester, 2011). En relación con la fecundidad, este parámetro varió entre 48 y 139 huevos/hembra según la variedad de mostaza. Otros autores registraron valores similares ( $118,55 \pm 60,86$  huevos/hembra) en repollo (Fernández y Alvarez, 1988) y en canola ( $158,73 \pm 18,64$ ) (Golizadeh *et al.*, 2009). Asimismo, una revisión sobre la biología de *P. xylostella* asociada a diferentes cultivos, muestra que la fecundidad varía entre 11 y 188 huevos/hembra (Talekar y Shelton, 1993). Sin embargo, otros resultados evidencian niveles de fecundidad superiores (Thuler *et al.*, 2007; Marchioro y Foester, 2011).

Los resultados de este trabajo sugieren que *Plutella xylostella* puede desarrollarse en todas las variedades de mostaza evaluadas, sin mostrar a campo una marcada preferencia. Sin embargo, no todos estos materiales poseerían la misma calidad nutricional, afectando de manera diferencial el desarrollo de este lepidóptero. Ferrel y Floyd (2007) mencionan que los mecanismos de resistencia genética de las plantas responden a tres categorías: tolerancia, no preferencia y antibiosis. La tolerancia se presenta en las plantas que bajo un nivel de herbivoría continúan creciendo y su rendimiento no se ve afectado; la no preferencia o antixenosis se produce cuando los herbívoros evitan o reducen la alimentación de una especie o genotipo y la antibiosis se observa cuando existen características físicas y/o químicas en la planta que afectan el desempeño de estos fitófagos. Siguiendo lo postulado por estos autores, este último mecanismo estaría actuando en el sistema *Plutella*-mostaza para la variedad Delfina INTA, ya que los ejemplares alimentados con este material presentaron mayor tiempo de desarrollo y menor fecundidad.

## Bibliografía

- BALUSU, R.R.; FADAMIRO, H. 2011. Host finding and acceptance of the Yellow margined beetle, *Microtheca ochroloma* (Coleoptera, Chrysomelidae), on cruciferous crops. *Environmental Entomology* 40(6): 1471-1477.
- BARRIOS-DÍAZ, B.; ALATORRE-ROSAS, R.; CALYECAC-CORTERO, H.G.; BAUTISTA-MARTÍNEZ, N. 2004. Identificación y fluctuación poblacional de plagas de col (*Brassica oleracea* var. *capitata*) y sus enemigos naturales en Acatzingo, Puebla. *Agrociencia* 38: 239-248.
- BELLOSTAS, N.; SORENSES, J.C.; SORENSEN, H. 2004. Qualitative and quantitative evaluation of glucosinolates in cruciferous plants during their life cycles. *Agroindustria* 3(3): 5-10.
- FAHEY, J.W.; ZALCMANN, A.T.; TALALAY, P. 2001. The chemical diversity and distribution on glucosinolates and isothiocyanates among plants. *Phytochemistry* 56: 5-51.
- FERNÁNDEZ, S.A.; ALVAREZ, C. 1988. Biología de *Plutella xylostella* (L.) (Yponomeutida) Polilla del repollo en condiciones de laboratorio. Disponible en: [http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_ci/Agronomia%20Tropical/at3846/Arti/fernandez\\_s.htm](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at3846/Arti/fernandez_s.htm) (diciembre 2016).
- FERREL, R.; FLOYD, G. 2007. Impact of insects on Eucalyptus plantations in the Murray Valley. RIRDC/LyWA/FWPRDC/MDBC, Joint Venture Agroforestry Program.
- FOLCIA, A.M.; BADO, S.G. 1996. Aspectos morfológicos, biológicos e ingesta de *Plutellaxylostella* (L.) (Plutellidae). *Rev.Facultad de Agronomía UBA*, Vol. 16(3): 173-178.
- GOLIZADEH, A; KAMALI, K.; FATHIPOUR, K.; ABBASIPOUR, H. 2009. Life Table of the Diamond back Moth, *Plutella xylostella*(L.) (Lepidoptera: Plutellidae) on Five Cultivated Brassicaceous Host Plants. *Journal of Agricultural Science and Technology*11: 115-124.
- MARCHIORO, C.A.; FOERSTER, L.A. 2011. Development and survival of the diamond back moth, *Plutella xylostella* L. (Yponomeutidae) as a function of temperature: effect on the number of generations in tropical and subtropical Regions. *Neotrop. Entomol.*40:533–541.
- MEIER, U. 2001. Estadios de las plantas mono y dicotiledóneas. Alemania. 2.° ed. pp. 28-30.
- PASTRANA, J.A. 2004. Los Lepidópteros Argentinos. Sociedad Entomológica Argentina Ediciones. San Miguel de Tucumán, Argentina. pp. 334.
- PAUNERO, I.E. 2014. Experiencia en el cultivo de mostaza en invernadero para consumo en fresco. Campaña 2013. EEA INTA San Pedro. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/cultivo-de-mostaza-en-invernadero> (dic. 2016)
- RIQUELME VIRGALA, M.B.; MARTÍNEZ, C.L. 2012. Insectos fitófagos asociados a distintos cultivos de mostaza (*Sinapis* spp.) en Luján, Buenos Aires. En: Memoria Técnica: Investigaciones en Mostaza, Coriandro y otros. En: Paunero, I.E. (Ed.). Ediciones INTA. pp. 40-42.
- RIQUELME VIRGALA, M.B.; SANTADINO, M.V.; DI SILVESTRO, G. 2014. Estudios biológicos de *Microtheca ochroloma* Stål (Coleoptera, Chrysomelidae) asociados al cultivo de mostaza blanca (*Sinapis alba* L.) en condiciones de campo y laboratorio. *Revista Horticultura Argentina* 33(80): 36-42.
- ROSA, E.; RODRIGUES, A. 2001. Total and individual glucosinolate content in 11 broccoli cultivars grown in early and late season. *HortScience* 36(1):56-59.
- TALEKAR, N.S.; SHELTON, A.M. 1993. Biology, ecology, and management of the diamondback moth. *Annual Review of Entomology*, 38:275-301.
- THULER, R.T.; DE BORTOLLI, S.A.; HOFFMAN-CAMPO, C.B. 2007. Clasificacao de cultivares de brássicas com relacao a resistencia a tracas-das-cruciferas e a presencia de glucosinolatos. *Pesq. agrop. Bras.* 42(4): 467-474.
- TOVAR HERNÁNDEZ, H.; BAUTISTA MARTÍNEZ, N.; VERA GRAZIANO, J.; SUÁREZ VARGAS, A. D.; RAMKÍREZ ALARCÓN, S. 2007. Fluctuación poblacional y parasitismo de larvas de *Copitarsia decolora* guenée, *Plutella xylostella* L. y *Trichoplusia ni* hübner (Lepidoptera) en *Brassica oleracea* L. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 23(2): 183-196.



# El uso de descriptores en Apiaceae: Descripción de un nuevo cultivar de *Coriandrum sativum* L. “coriandro” para la Argentina

Marzaro, F.<sup>1</sup>; Bártoli, A.<sup>1</sup>; Paunero, I.E.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>. Cátedra de Botánica FAUBA; <sup>2</sup>. EEA San Pedro-INTA.  
paunero.ignacio@inta.gob.ar

## Introducción

La Estación Experimental Agropecuaria INTA San Pedro (provincia de Buenos Aires) creó una nueva variedad de coriandro, WENCESLAO INTA. Dicha variedad se inscribió en el Instituto Nacional de Semillas (INASE) para garantizar la certificación y protección intelectual de esta. Para la inscripción de variedades se utilizan “descriptores”. En el presente trabajo se describen las características morfológicas de la nueva variedad en función de los parámetros del descriptor; Dicho descriptor se conformó haciendo un uso combinado de dos descriptores provistos por UPOV (2013) y Naz *et al.* (2010). Las observaciones morfológicas vegetativas y reproductivas se realizaron en parcelas experimentales de la Estación Experimental Agropecuaria INTA de San Pedro durante dos años consecutivos.

## Materiales y métodos

El diseño experimental efectuado fue de 4 bloques con parcelas de 1 x 5 metros. En cada parcela se sembraron 5 hileras de cinco metros de largo, con 20 cm entre hileras. Al cultivo se lo regó supliendo las precipitaciones medias mensuales históricas de la zona. Para caracterizar y describir la nueva variedad se realizaron observaciones morfológicas, en floración y a cosecha. Se extrajeron por parcela 20 plantas al azar durante la floración y 50 umbelas a cosecha, estas fueron herborizadas para su posterior medición. Algunos de los caracteres fueron evaluados a campo. Con este material se realizó la descripción del cultivar utilizando el nuevo descriptor a partir de UPOV 2013 y Naz *et al.*, 2010. Se tuvieron en cuenta caracteres diagnóstico del género *Coriandrum* L. y de *C. sativum* (Dimitri, 1972). Se utilizaron términos botánicos siguiendo a Font Quer (2009).



Detalle de umbela con granos maduros.

## Resultados

En la tabla 1 se enumeran los caracteres correspondientes al nuevo descriptor elaborado y los correspondientes resultados.



**Tabla 1:** Caracteres del nuevo descriptor y resultados para cada carácter para Wenceslao INTA

CARACTERES PARA DESCRIPTOR DE <i>Coriandrum sativum</i> .	CUANTITATIVOS MEDIA	CUALITATIVOS MODA
<b>PLANTA</b>		
PORTE		Erecto
ALTURA A COSECHA	86,42	
<b>TALLO</b>		
TIPO DE CRECIMIENTO		Determinado
NÚMERO DE RAMIFICACIONES PRIMARIAS EN PREFLORACIÓN	8,31	
ALTURA DE RAMIFICACIÓN SOBRE EL TALLO PRINCIPAL EN FLORACIÓN		medio
PRESENCIA DE ANTOCIANINAS		Ausente
SUPERFICIE		Surcada
SECCIÓN		Circular
MÉDULA		No fistulosa
ÁNGULO DE INCLINACIÓN DE LA HOJA RESPECTO AL TALLO EN EL CUAL SE INSERTA		Agudo
<b>HOJAS BASALES COMPUESTAS CON LOS FOLÍOLOS PINNATÍFIDOS (1.º A 12.º)</b>		
PRESENCIA DE ANTOCIANINAS		Presente
LONGITUD DEL RAQUIS	16,55	
N.º DE LÓBULOS DEL FOLÍOLO APICAL	8,45	
TAMAÑO DEL LÓBULO APICAL RESPECTO A LOS LÓBULOS SUBAPICALES		Grande
MARGEN DEL LÓBULO APICAL		Doblemente aserrado
<b>HOJAS ENTRE DEL 13.º NUDO HASTA EL 18.º NUDO, CON FORMAS INTERMEDIAS ENTRE LAS HOJAS BASALES Y LAS HOJAS DISTALES</b>		
PRESENCIA DE ANTOCIANINAS		Presente
LONGITUD DEL RAQUIS	12,71	
TAMAÑO DEL LÓBULO APICAL RESPECTO A LOS LÓBULOS SUBAPICALES		Grande
<b>HOJAS DISTALES, PRÓXIMAS A LA INFLORESCENCIA DEL NUDO 19.º a 24.º COMPUESTAS CON LOS FOLÍOLOS PINNATISECTOS</b>		
SEGMENTOS LINEARES MENORES A 1 MILÍMETRO DE ANCHO		Menores a 1 mm.
<b>UMBELA COMPUESTA</b>		
DIÁMETRO	3,66	
LONGITUD RADIO PRIMARIO CENTRAL	1,08	
LONGITUD DE RADIO SECUNDARIO CENTRAL	0,13	
LONGITUD DE PEDÚNCULO	5,21	
LONGITUD DE LA INFLORESCENCIA*	6,42	
*sumatoria de longitud medias del pedúnculo, radio primario central y radio secundario central		
<b>FLORES</b>		
COLOR DE LAS FLORES EN PLENA FLORACIÓN		Blanco
<b>FRUTO</b>		
FORMA		Esférico
LONGITUD	3,79	
DIÁMETRO	3,12	
N.º DE COSTILLAS PRIMARIAS POR FRUTO	10,04	
N.º DE COSTILLAS SECUNDARIAS POR FRUTO	8,04	
<b>SEMILLA</b>		
NÚMERO POR FRUTO.	2,00	
% DE ACEITES ESENCIALES	0,36	
PESO DE 1000 UNIDADES*	9,09	



## Conclusiones

La elaboración del descriptor y la realización de la descripción morfológica efectuada en el presente trabajo hizo posible que el 2 de octubre de 2013 se inscribiera en el Registro Nacional de Semillas, la primera variedad argentina de coriandro denominada Wenceslao INTA.

## Bibliografía

- CURIONI, A.; ARIZIO, O. 1997. Plantas aromáticas y medicinales. Umbelíferas. Ed. Hemisferio sur. p. 148.
- CURIONI A.; ARIZIO, O. 2011. Mercado mundial y regional de coriandro (*Coriandrum sativum* L.). Revista colombiana de ciencias hortícolas, Vol. 5, Nº. 2. pp. 263-278.
- DIEDERICHSEN, A. 1996. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected Corps. 3. Coriander, *Coriandrum sativum* L. International Plant Genetic Resources Inst. (IPGRI), Roma.
- DIMITRI, M.J. 1972. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería, Volumen 1. Editorial Acme, Buenos Aires.
- DIRECCIÓN DE AGROALIMENTOS, DIRECCIÓN NACIONAL DE PROCESOS Y TECNOLOGÍAS, SUBSECRETARÍA DE AGREGADO DE VALOR Y NUEVAS TECNOLOGÍAS, MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA (MAGYP). 2011. Coriandrum sativum, ficha técnica del Coriandro. [http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/aromaticas/productos/Coriandro\\_2011\\_07Jul.pdf](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/aromaticas/productos/Coriandro_2011_07Jul.pdf)
- FAO. 2007. Ecocorp, Coriandrum sativum. <http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/dataSheet?id=784>
- HARTEN, A.M. 1974. Coriander: the history of an old crop [en alemán]. Landbouwk. Tijdschr. 86:58-64.
- HEDGE, I.C.; LAMOND, J.M. 1972. Coriandrum L. Pp. En Flora of Turkey. Vol. 4. (P.H. Davis, D.F. Chamberlain; Matthews, V.A. eds.). Edinburgh University Press, Edimburgo, pp. 330-331.
- IVANOVA, K.V.; STOLETOVA, E.A. 1990. History and cultivation and intraspecific classification of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Sborn. Nauchn. Trudov Prikl. Bot. Genet. Selektiv. 133: 26-40. [En ruso, resumen en inglés].
- LI, H. 1969. The vegetables of ancient China. Econ. Bot. 23:253-260.
- MARTÍNEZ, E. 1979. Uso del aceite de cilantro. Rev. Soc. Quim. Mex. 23: 118-120.
- MOUSTERDE, P. 1986. Nouvelle Flore du Liban et de la Syrie. Vol. 2. Dar El-Marchreq Éditeurs, Beyrouth. pp. 612-613.
- NAZ, N.; IQBAL, S.; ASLAM, M. 2010. Morphological descriptors for medicinal herbs. Project for: Production of Medicinal Herbs in Collaboration with Private Sector, Ministry of Food and Agriculture, Government of Pakistan, Islamabad.
- PAUNERO, I.E.; ZAPATA, L.; DE PINO, V.; VAN BAREN, C.; BANDONI, A. 2012. Evaluación agronómica y de los aceites esenciales de cultivares de coriandro, en la región pampeana. Memoria técnica: Investigaciones en mostaza, coriandro y otros. Ediciones INTA. Cap. 2.2. pp. 56-58.
- PAUNERO, I.E. 2012. Fenología y rendimientos de coriandro (*Coriandrum sativum* L.) en parcelas experimentales de San Pedro, Buenos Aires. Memoria técnica: Investigaciones en mostaza, coriandro y otros. Ediciones INTA. Cap. 2.3. pp. 59-61.
- QUER, PIO FONT. 2009. Diccionario de Botánica. Ediciones Península, Barcelona.
- SINSKAJA, E.N. 1969. Istori eskaja geografija kul'turnoj flory (na zare zemledelija). Izdatel'stvo, Kolos', Leningrad. pp. 480.
- UPOV. 2013. Coriandro. Directrices para la ejecución del examen de la distinción la homogeneidad y la estabilidad. Ginebra.

VAVILOV, N.I. 1992. The phyto-geographical basis for plant breeding. Studies of the original material used for plant breeding. En Vavilov, N.I.: Origin and Geography of Cultivated Plants. (V.F. Dorofeev ed.). Cambridge University Press, Cambridge. pp. 316-366.

ZOHARY, D.; HOPF, M. 1993. Domestication of Plants in the Old World (2nd ed.). Clarendon Press, Oxford.



# Caracterización agronómica y fenológica de materiales de coriandro (*Coriandrum sativum* L.) en fecha de siembra tardía, en Luján, provincia de Buenos Aires

García, M.; Alfonso, W.; Cavallero, M.; Costa Tártara, S.; Curioni, A.  
Universidad Nacional de Luján. Ruta 5 y 7, Luján (6700), Bs. As. Argentina.  
[mariadelasnieves\\_garcia@yahoo.com.ar](mailto:mariadelasnieves_garcia@yahoo.com.ar)

## Introducción

El coriandro (*Coriandrum sativum* L.) es una especie invierno-primaveral que en la provincia de Buenos Aires se siembra entre los meses de junio, julio y agosto, se cosecha desde fines de noviembre a mediados de diciembre, por lo cual es una especie apta para ser incluida en reemplazo de los cultivos de cosecha fina tradicionales (Arizio *et al.*, 2010). En Argentina los materiales genéticos de coriandro empleados son del tipo "Marroquí", con bajo contenido de aceite esencial y destinados a su uso como granos, enteros o molidos (Curioni y Arizio, 1997). Los productores emplean simientes que les facilitan las empresas comercializadoras o lo compran a otros productores, pero sin información de qué material genético o cultivar se trata. En INTA San Pedro Paunero (2012) evaluó aspectos fenológicos y rendimientos de seis germoplasmas, entre el 2006 y el 2009, determinando ciclos que oscilaron entre los 120 y 180 DDS y elevados rendimientos, superiores a los obtenidos a nivel de campo. En relación con los atributos fenotípicos de interés que permiten iniciar la caracterización, Gil *et al.*, (2006) destacan que estos se relacionan con el ambiente, el genotipo y su interacción. La evaluación de los diferentes materiales disponibles en el mercado en términos del comportamiento fenológico, así como de los atributos agronómicos resulta imprescindible para considerar los materiales con mejor comportamiento en la zona, además de generar información tendiente a la caracterización de la especie.

El presente trabajo tuvo como objetivo generar información sobre el comportamiento y adaptabilidad de diferentes materiales de coriandro, relevando sus aspectos fenológicos y productivos, con la finalidad de maximizar los rendimientos económicos en la zona de estudio.

## Materiales y métodos

Se condujo en el Campo Experimental de la UNLu (LS 34°36', LO 59°7') un ensayo exploratorio con 6 materiales de coriandro pertenecientes a la red de ensayos de INTA: Leisure Split (EUA), Wenceslao INTA, Selección CL INTA, GSN (Francia), Criollo, y D696. La siembra se realizó el 10/08/2013 con una densidad de 150 semillas por metro cuadrado. Se realizó control químico de malezas con trifluralina con una dosis de 960 g de pa.ha-1. En precosecha se determinó para cada material, altura de planta, número de ramificaciones (NR), diámetro de la umbela principal (DUP), longitud del pedicelo de la umbela principal (LPUP), umbelas granadas por planta (UGP), peso de grano por planta (PGP) e índice de cosecha (IC= rendimiento en grano por planta/biomasa aérea total). Se realizó seguimiento fenológico, se determinó la duración en días de los subperíodos: emergencia elongación (E-Elong), elongación -50 % de floración (Elong-FL50 %), y FL50 %-cosecha (FI-Co). Se calculó el tiempo térmico (TT) como la suma diaria de la diferencia entre la temperatura media y la temperatura base de 5 °C (Cirera *et al.*, 2004) para cada subperíodo considerado, con datos obtenidos en la Estación Meteorológica de la Universidad Nacional de Luján. Se realizó análisis descriptivo de los datos. También se realizó, en forma preliminar, un análisis de componentes principales (ACP) a fin de reducir el número de variables utilizadas en la caracterización, estudiar el grado de correlación entre ellas y determinar un set de variables relacionadas a los componentes del rendimiento para futuras caracterizaciones de la especie.

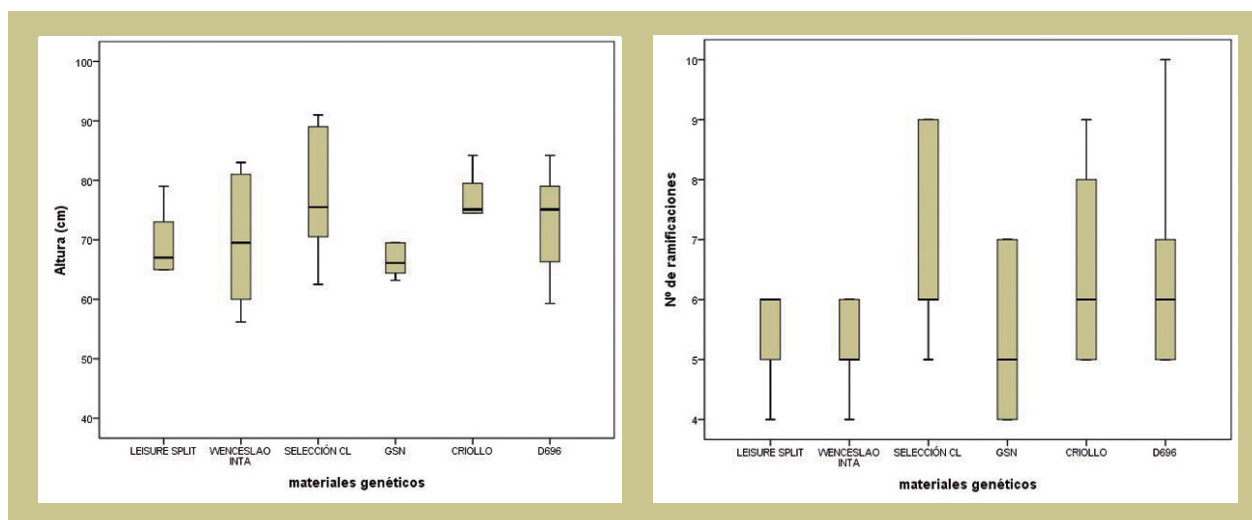
## Resultados y discusión

La altura promedio de todos los materiales fue 71,56 cm (tabla 1, gráfico 1). Leisure Split, GSN y Wenceslao INTA fueron los materiales que presentaron menor altura y menor número de ramificaciones. (tabla 2, gráficos 1 y 2). Giridhar *et al.*, (2016) en India, trabajando con dos cultivares y 8 materiales experimentales, desarrollados sin estrés, determinaron alturas de plantas menores (67,2 cm) y un NR de 8,1; Katar (2016) en Turquía estudiando 8 genotipos, ensayados en dos condiciones ecológicas diferentes, también determinaron menor altura de planta (57,44 cm) y NR (5,60); sin embargo, Melo (2009) en Brasil, respecto de la altura de las plantas a floración, obtuvo un valor promedio, sobre 10 cultivares, muy superior (124 cm).

**Tabla 1:** Caracteres agronómicos y componentes del rendimiento promedio de seis materiales de coriandro sembrados en Luján en fecha tardía. Campaña 2013 DUP (diámetro de la umbela principal), LPUP (longitud del pedicelo de la umbela principal), IC (índice de cosecha).

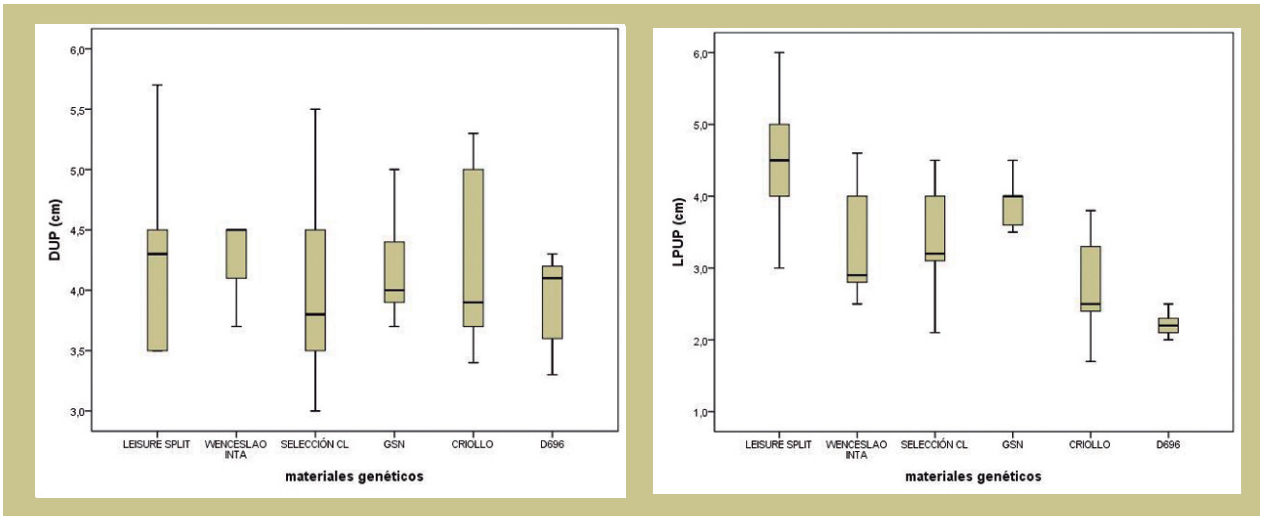
	Media	Error estándar	Intervalo de confianza del 95 % para la media	
			límite inferior	límite superior
<b>Altura</b>	71,56	1,924	67,63	75,5
<b>N.º de ramificaciones</b>	6,03	0,294	5,43	6,63
<b>DUP</b>	4,197	0,1287	3,933	4,46
<b>LPUP</b>	3,353	0,1904	2,964	3,743
<b>Umbelas granadas/planta</b>	23,7	2,001	19,61	27,79
<b>Peso de granos/planta</b>	2,327	0,2105	1,896	2,757
<b>IC</b>	0,3975	0,01832	0,3601	0,435

**Gráficos 1 y 2:** Altura de planta y número de ramificaciones de seis materiales de coriandro.



Los materiales presentaron en promedio valores de DUP entre 3,43 cm y 5,21 cm. Leisure Split fue el material que presentó el valor más alto de LPUP (4,5 cm), seguido por Wenceslao INTA, Selección CL INTA y GSN que en promedio midieron 3,55 cm, los de menor longitud fueron los materiales Criollo y D696, con un promedio de 2,48 cm. (gráficos 3 y 4).

**Gráficos 3 y 4:** Diámetro de la umbela principal (DUP) y longitud del pedicelo de la umbela principal (LPUP) de seis materiales de coriandro.



Leisure Split y Wenceslao INTA en promedio presentaron 16 UGP mientras que el resto de los materiales presentaron en promedio 27 UGP, Paunero (2014). En ensayos conducidos durante 3 años el valor más bajo obtenido en promedio, en la campaña 2010, para Leisure Split y GSN fue de 20 UGP y los mayores valores promedio (año 2007) para ambos cultivares fue de 74 UGP.

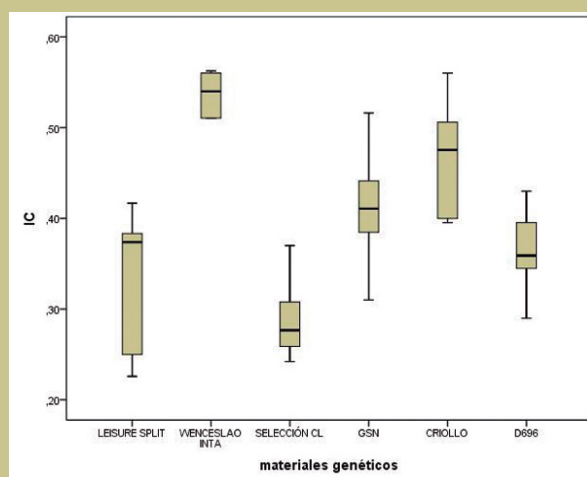
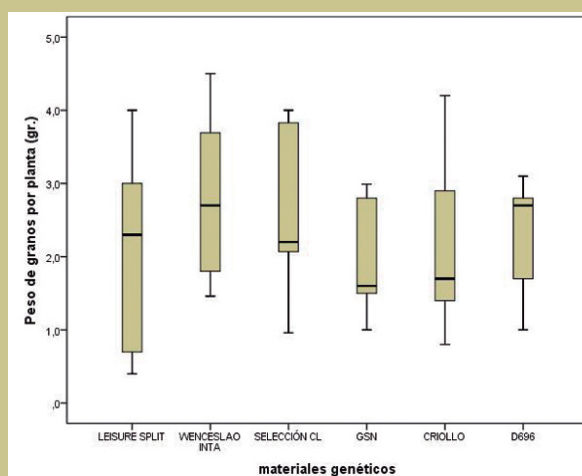
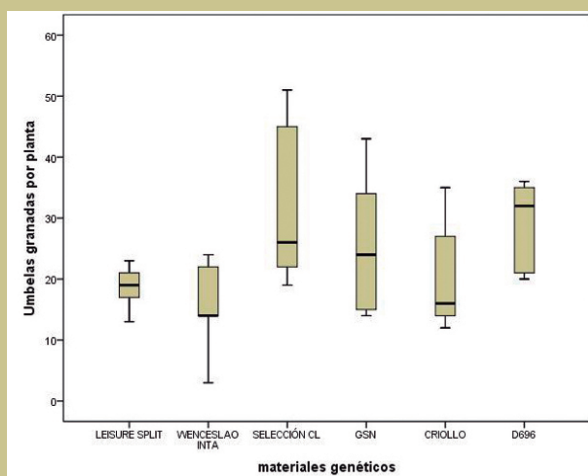
El rendimiento individual por planta en promedio fue de 2,32 g.pl<sup>-1</sup>, presentando Wenceslao INTA y Selección CL valores por encima del promedio, 2,83 g y 2,61 g.pl<sup>-1</sup> respectivamente; estos valores fueron muy inferiores a los obtenidos en India (Giridhar *et al.*, 2016) cuyos valores promedios de 10 materiales genéticos superaron los 8 g.pl<sup>-1</sup>, adjudicando los bajos valores del ensayo en Argentina, a la fecha de siembra tardía. El IC promedio de todos los materiales fue de 0,39, los materiales Wenceslao INTA, GSN y Criollo presentaron valores de IC por encima del valor promedio (0,46) mientras que el resto mostró valores en promedio de 0,32. (gráficos 5, 6 y 7).

## Fenología

Basados en el relevamiento fenológico se determinó para todos los materiales que la duración del subperíodo E-Elong osciló entre 48 y 63 días para Elong-FL 50 % entre 15 y 19 días y para FL-Cosecha entre 42 y 56 días. (gráfico 8). Los materiales más precoces resultaron Wenceslao INTA y Criollo. (gráfico 8). En San Pedro en siembras de principios de agosto, los materiales más tardíos llegaron a plena floración a los 90 DDS y los precoces a los 77 días (Paunero, 2012). En India (Guha *et al.*, 2014) ensayando fechas de siembra determinaron que los días a floración oscilaron entre 64 y 79 DDS y mayor a 100 DDS para madurez fisiológica. En India, Giridhar (2016) trabajando con 10 genotipos detectó que la llegada a floración promedio fue de 38 días y 91 días a madurez.

El material de mayor requerimiento térmico fue Leisure Split, seguido por Selección CL INTA, D696, y GSN. Similar comportamiento en cuanto a precocidad, observó en San Pedro durante

**Gráfico 5, 6 y 7:** Umbelas granadas, peso de los granos, e índice de cosecha por planta de seis materiales de coriandro.



diferentes campañas donde Leisure Split y GSN fueron de los materiales más tardíos (Paunero, 2012), en ambos casos las sumas térmicas superaron los 1000 °C D con una leve diferencia de 8° C D más para el material Leisure Split (Paunero, 2014).

### Análisis de componentes principales (ACP)

De la matriz resultante del análisis se observa una baja correlación entre las variables vinculadas a los componentes del rendimiento (PGP, UGP, NR y Altura) y las variables que caracterizan a la umbela principal (DUP y LPUP). (tabla 2). En la proyección de las variables, los dos primeros componentes explican el 64 % de la variabilidad total. Las variables de rendimiento tienen alto peso en el componente 1, mientras que las variables DUP y LPUP son las de mayor peso en el componente 2, brindando información complementaria en la caracterización de los cultivares.

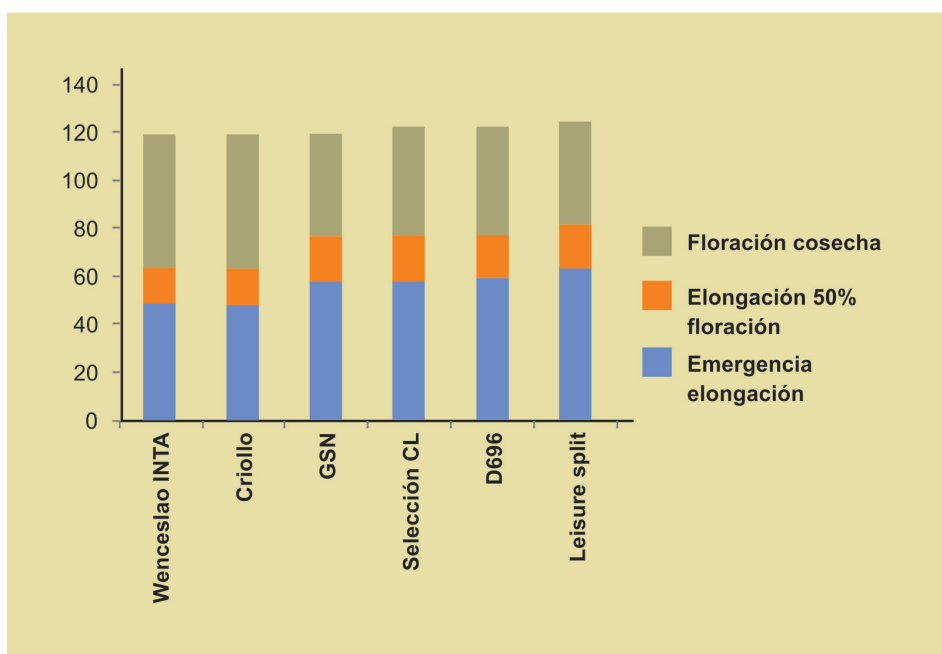
Los individuos caracterizados de los diferentes cultivares no muestran un patrón definido en función de los dos componentes principales estudiados, probablemente debido al escaso número de individuos considerados.



**Tabla 2:** Matriz de correlación de las variables.

	Umbelas granadas /planta	DUP	LPUP	N.º ramificaciones	Altura	Peso grano /planta	Peso planta	IC
Umbelas granadas/planta	1							
DUP	-0,1166	1						
LPUP	-0,1355	0,5921	1					
N.º ramificaciones	0,5719	-0,194	-0,3095	1				
Altura	0,5057	-0,2064	-0,2667	0,4833	1			
Peso grano/planta	0,5687	0,1342	-0,0419	0,522	0,4767	1		
Peso planta	0,7522	0,0159	0,1255	0,5112	0,5571	0,7143	1	
IC	-0,3381	0,127	-0,2288	-0,1983	-0,1826	0,2208	-0,4206	1

**Gráfico 8:** Duración de las etapas fenológicas expresadas en días de seis materiales de coriandro sembrados en Luján en fecha tardía. Campaña 2013.



## Conclusiones preliminares

Bajo las condiciones imperantes en las que se desarrolló el ciclo del cultivo, todos los materiales pudieron completar su ciclo, con rendimientos por planta promisorios para la zona, considerando la fecha de siembra tardía que se suele dar por condiciones climáticas adversas.

## Bibliografía

ARIZIO, O.; CURIONI, A.; GARCÍA, M.; ALFONSO, W. 2010. Coriandro (*Coriandrum sativum* L.). Agrotecnología, calidad y mercados. En: Curso Aromáticas de grano: Producción e inversión en mostaza blanca y coriandro. Agroconsultora Plus, Fundación ArgenINTA. 8 y 9 de abril. p. 33.

CIRERA, I.; GARCÍA, M.; CURIONI, A.; ARIZIO, O.; ALFONSO, W. 2004. El cultivo de coriandro:



su relación con la temperatura y el fotoperíodo. En: X Reunión Argentina y IV Latinoamericana de Agrometeorología.

CURIONI, A.; ARIZIO, O. 1997. Plantas aromáticas y medicinales. Umbelíferas. Buenos Aires, Hemisferio sur. p. 148.

GIRIDHAR, K., SARADA, C., SURYA KUMARI, S.; NARAM, L. 2016. Comparative Study on the Performance of Coriander Genotypes under Receding Soil Moisture Regimes in Rainfed Vertisols. *International Journal of Bio-resource and Stress Management*, 7(2):195-205.

GUHA, S.; SHARANGI, A.; DEBNATH, S. 2014. Phenology and green leaf yield of coriander at different sowing dates and harvesting times. *Journal of Food, Agriculture & Environment* Vol.12 (3 & 4):251 - 254.

KATAR, D.; KARA, N.; KATAR, N. 2016. Yields and quality performance of coriander (*Coriandrum sativum* L.) genotypes under different ecological conditions. *Turk J Field Crops* 21(1), 79-8.

MELO, R.A; MENEZES, D.; RESENDE, L.V.; WANDERLEY JUNIOR, L.; MELO, P.C.T; SANTOS, V.F. 2009. Caracterização morfológica de genótipos de coentro. *Horticultura Brasileira* 27: 371-376.

PAUNERO, I.E.; BANDONI, A.; VAN BAREN, C. 2014. Fenología, componentes del rendimiento y calidad del aceite esencial de genotipos de coriandro (*Coriandrum sativum* L.), en el noreste de la provincia de Buenos Aires. *Horticultura Argentina* 33(82), pp. 19-25.

PAUNERO I.E. 2012. Fenología y rendimientos de coriandro (*Coriandrum sativum* L.) en parcelas experimentales de San Pedro, Buenos Aires. Grupo Ingeniería de cultivos, EEA San Pedro. Memoria Técnica. Investigaciones en mostaza, coriandro y otros. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Centro Regional Buenos Aires Norte Estación Experimental Agropecuaria San Pedro.



# Determinación del rendimiento y contenido de lípidos en mostaza blanca (*Sinapis alba* L) en cuatro fechas de cosecha

Alfonso, C.<sup>1</sup>; Curioni, A.; García, M.<sup>1</sup>; Cavallero, M.<sup>1</sup>; Martire, C.<sup>1</sup>; Valerio I.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Lujan,  
Ruta 5 y 7 (S/N) 6700 Lujan, Buenos Aires Argentina.

## Introducción

La mostaza blanca (*Sinapis alba* L.) es una alternativa en la secuencia de cultivos invierno-estivales para la zona central de la provincia de Buenos Aires. La semilla es utilizada para la obtención de harina y de aceite fijo de importantes usos en cosmética y medicina, posee poderosas cualidades como conservante en países industrializados, en detrimento de conservantes sintéticos; otro uso más reciente es para la obtención de biodiésel. El aceite que se extrae de sus granos puede resultar una excelente alternativa de producción debido a los beneficios para la salud por ser un producto más saludable que el aceite de canola, aunque posee un menor contenido de lípidos, entre 26 y 30 %, (Chastain, 2013), en Oregón con la variedad Ida Gold enasayada en dos localidades se obtuvieron contenidos de aceite de 23,3 y 27,2 % (Duggan, 2006). Paunero y Polenta (2012), en relación con el contenido de lípidos totales de 4 germoplasmas de mostaza blanca, determinaron que este osciló entre 32,6 y 31,4 %. Los rendimientos a campo de esta especie suelen estar afectados por el momento de cosecha dada su elevada dehiscencia (Curioni *et al.*, 2010). A partir de la llegada a madurez fisiológica de las semillas se produce pérdida de humedad de los granos y silículas, pero también deterioros del grano y pérdidas de peso por procesos respiratorios, hasta llegar a contenidos de humedad compatibles con la cosecha mecánica, de ahí que en muchos casos se suele realizar el adelantamiento de la cosecha mediante corte, hilerado y posterior trilla o mediante la aplicación de desecantes. El atraso en la fecha de cosecha puede afectar los rendimientos en grano y su contenido de materia grasa.

El objetivo del trabajo fue conocer el momento óptimo para la recolección del cultivo de mostaza a partir de la madurez fisiológica del grano para obtener los mayores rendimientos y relacionarlo con el porcentaje de lípidos.

## Materiales y métodos

El ensayo se realizó el año 2011 en el campo experimental de la Universidad Nacional de Luján, provincia de Buenos Aires, 34°35' LS y 59°04' LO a 28 m s.n.m., utilizándose semillas de mostaza blanca (*Sinapis alba* L.) de origen estadounidense (variedad Ida Gold) con un poder germinativo de 99 %. El ensayo siguió un diseño completamente aleatorizado con cuatro repeticiones y los tratamientos se realizaron posteriormente a ser determinada la madurez fisiológica y consistieron en cuatro fechas de cosecha con un intervalo de 6 a 12 días. Para calcular el tiempo térmico desde Floración-Madurez fisiológica y Madurez fisiológica-Cosecha se utilizaron temperaturas bases de 5,48 °C, estos valores fueron adaptados de Jara (2011) utilizando el método de intersección de las X. Se analizaron atributos agronómicos, precursores y componentes del rendimiento, índice de cosecha y rendimiento final por planta y por superficie; fue calculado el peso de mil semillas. La determinación del contenido de lípidos se realizó mediante aparato Twisselmann (extracción con hexano).

Los datos recolectados en el experimento fueron procesados empleando el programa estadístico SPSS versión 15.0. Se verificó la normalidad de las variables en estudio, mediante la prueba Shapiro-Wilk al nivel 5 % de confiabilidad a través de un análisis exploratorio. Luego se realizó la

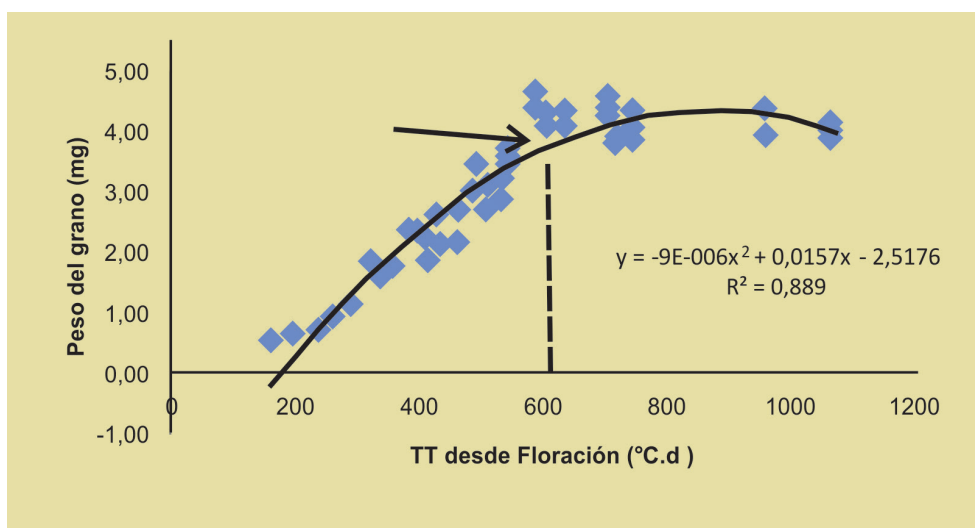
prueba de homogeneidad de varianzas mediante el Test de Levene al 5 % de significancia. Se realizó análisis de varianza para un DCA para detectar diferencias entre medias: para ello se realizó un test robusto de análisis (Tamhane) al 5 % de significancia para las variables: peso seco de los granos por planta, N.º de granos por planta y peso seco aéreo por planta dado que sus varianzas no fueron homogéneas ( $p < 0,05$ ); para el resto de las variables correspondientes a precosecha y cosecha, en las que sus varianzas fueron homogéneas ( $p > 0,05$ ), se realizó un test de Tukey para muestras balanceadas al 5 % de confiabilidad para detectar diferencias entre medias.

## Resultados y discusión

La madurez fisiológica se alcanzó con una acumulación de 603,3 °Cd con 4 gramos de peso seco los mil granos a los 49 días después floración (figura 1). Ninguna de las variables analizadas a excepción del rendimiento individual expresado como peso seco de los granos y el número estimado de granos por planta arrojaron diferencias significativas (tabla 1). El atraso en la fecha de cosecha produjo rendimientos menores dadas las pérdidas de granos debido a la dehiscencia natural que posee la especie y también por la disminución en el peso de los granos producto del consumo de reservas por procesos respiratorios.

El rendimiento más alto se logró en la segunda cosecha a los 16 días después de madurez fisiológica y el menor valor en la última cosecha, que se realizó a los 34 días con rendimientos de 635 y 331,5 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente (tabla 2); estos valores son muy inferiores a los obtenidos por Arif *et al.* (2012) en ensayos de distribución espacial realizados en Pakistán donde los rendimientos oscilaron entre 1,4 y 2 t.ha<sup>-1</sup>; a similares resultados, pero en ensayos de fertilización en Oregón con el cultivar Ida Gold, con rendimientos que oscilaron entre 1 y 2,6 t.ha<sup>-1</sup> (Duval, 2015) y Duggan (2006) en dos localidades de Oregon obtuvo rendimientos promedios de 1,5 t.ha<sup>-1</sup>.

Con respecto al contenido de lípidos, si bien estos no arrojaron diferencias significativas, el máximo valor se obtuvo en la segunda cosecha y fue de 27 % coincidiendo con los máximos rendimientos obtenidos (figura 2); Canadá, principal productor de mostaza blanca, menciona que esta especie posee importantes valores nutricionales y entre ellos menciona al aceite con valores entre 24 y 35 % (Agriculture and Agri-Food Canada, 2016); la Universidad de Idaho destaca el empleo del aceite de mostaza blanca para la obtención de biodiésel, mencionando que el cultivar Ida Gold posee entre 24 y 27 % de aceite (University of Idaho, 2014).



**Figura 1:** Evolución del peso del grano en función del tiempo térmico (TT) después de floración.



**Tabla 1:** Valores medios de atributos agronómicos y componentes de rendimiento para cuatro épocas de cosecha.

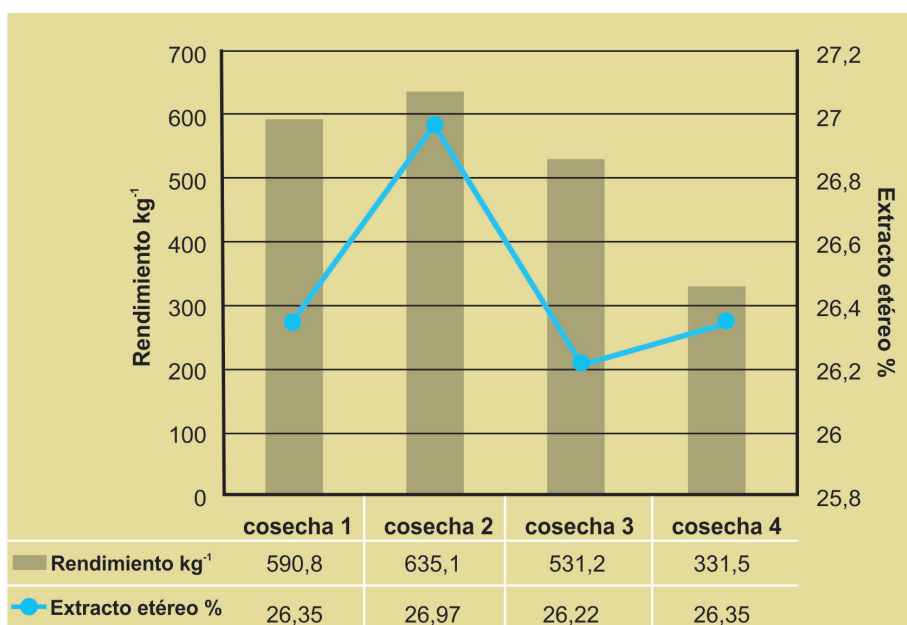
Tratamiento	Altura/Planta (cm)	Ramificaciones/planta	Silicuas/planta	Granos/Silicua	IC/planta	Peso seco aéreo/Planta (g)	Peso seco granos/Planta (g)	N°. granos/planta	Densidad (Plantas.m <sup>2</sup> )	Peso 1000 (g)
T1**	77,4 a*	7,1 a*	156,1 a*	3,62 a*	0,18 a*	9,9 a*	2,2 ab*	557 ab*	79,1 a*	3,99 a*
T2	82,0 a	6,3 a	145,2 a	3,61 a	0,22 a	9,4 a	2,5 a	579,0 a	77,8 a	4,07 a
T3	80,2 a	6,1 a	133,4 a	3,65 a	0,18 a	10,2 a	2,1 ab	509 ab	74,7 a	4,03 a
T4	81,7 a	6,0 a	121,4 a	3,69 a	0,16 a	7,4 a	1,4 b	348 b	75,6 a	4,11 a
CV	6,76 %	12,75 %	28,40 %	7,12 %	22,64 %	27,3 %	25,81 %	33,84 %	15,19 %	6,28 %

\*Letras iguales en la columna indican que no hay diferencias significativa ( $p > 0,05$ ).

\*\*T1: Cosecha 1; T2: Cosecha 2; T3: Cosecha 3; T4: Cosecha 4; CV: Coeficiente de variación.

**Tabla 2:** Tiempo térmico acumulado y días después de la madurez fisiológica para cada tratamiento de cosecha, con su respectivo rendimiento.

Tratamiento	Días desde MF	Tiempo térmico desde MF (°Cd)	Rendimiento Kg.ha <sup>-1</sup>
T1	7	115	590,8
T2	16	273,4	635
T3	28	484,7	531,2
T4	34	588,9	331,5



**Figura 2:** Contenidos de lípidos en cuatro fechas de cosecha para un cultivo de mostaza blanca en Lujan, Bs. As.

## Conclusiones

Para la zona en estudio, la madurez fisiológica dada por el máximo peso seco del grano se alcanzó con una acumulación de 603,3 °Cd a los 49 días después de la floración.

A partir de los 16 días después de la madurez fisiológica, por cada día de atraso en la cosecha pueden alcanzarse pérdidas de hasta 17 kg.ha<sup>-1</sup>.

Los contenidos de lípidos no mostraron diferencias entre los tratamientos aunque estos fueron algo superiores a los reportados para mostaza blanca por otros investigadores.

## Bibliografía

- AGRICULTURE AND AGRI-FOOD CANADA. 2016. Mustard seed. Nutritional values. (Disponible: <http://www.agr.gc.ca/eng/industry-markets-and-trade/statistics-and-market-information/by-product-sector/crops/pulses-and-special-crops-canadian-industry/mustard-seed/?id=1175116081724>). (Dic. 2016)
- ALFONSO, W.; GARCÍA, M.; CURIONI, A.; CAVALLERO, M. 2008. Evolución del peso de granos y calidad fisiológica durante la etapa de fructificación del cultivo de mostaza. Avances en la investigación en plantas aromáticas en la región pampeana y sur del litoral. INTA San Pedro. ISBN 978-987-521-294-7. pp. 13-14.
- ARIF, M.; SHEHZAD, M.; MUSHTAQ, S. 2012. Inter and intra row spacing effects on growth, seed yield and oil contents of white mustard (*Sinapis alba* L.) under rainfed condition. J. Agri. Sci. Vol. 49 (1) 21-25.
- ATAYA PULIDO, V. 2010. The Production of a Potential Feedstock for Biodiesel using Water and Isopropyl Alcohol to Extract Yellow Mustard Oil. Universidad de Toronto. –
- CHASTAIN, T. 2013. *Sinapis alba*: Potential oilseed rotation crop for the Willamette Valley. Oregon State University.
- CURIONI, A.; ALFONSO, W.; ARIZIO, O. 2010. Mostaza blanca. (*Sinapis alba* L. syn. *Brassica hirta*). Agrotecnología, calidad y mercados. Curso sobre Aromáticas de Granos: Producción e inversión en mostaza blanca y coriandro. 8 y 9 de abril del 2010. Agroconsultora Plus-Fundación ArgenINTA. p. 36. CD.
- DUGGAN, B. 2006. Spring Canola and Mustard Variety Trial, 2006. Oregon State University. pp. 92-95.
- DUVAL, A. 2015. Applied Nitrogen Effects on Yellow Mustard (*Sinapis alba* L.) Production in the Willamette Valley. (Disponible: <http://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/bitstream/handle/1957/55814/DuValAlyssaS2015.pdf>) (Dic. 2016)
- GARCÍA, M.; ALFONSO, W.; CURIONI, A.; CAVALLERO, M. 2012. Caracterización de la etapa de llenado del grano en un cultivo de mostaza blanca (*Sinapis alba* L.) para determinar el período oportuno de cosecha. Editor; Paunero, I.E. Memoria técnica: investigaciones en mostaza, coriandro y otros. pp. 9-11. ISBN 978-987-679-140-3. (Disponible: <http://inta.gob.ar/documentos/memoria-tecnica-aromaticas>) ( Dic. 2016)
- JARA, S. 2011. Estudio de la influencia de las condiciones ambientales sobre el crecimiento y desarrollo de mostaza blanca (*Sinapis alba* L.) Tesis de grado. UNLu.
- PAUNERO, I.E. 2007. Experiencia en el cultivo de mostaza en San Pedro, provincia de Buenos Aires. (Disponible: [http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-ip\\_0702.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-ip_0702.pdf)) (Dic. 2016).
- UNIVERSITY OF IDAHO. 2014. Using Mustard Oil for Biodiesel. (Disponible: [http://articles.extension.org/pages/26637/using-mustard-oil-for-biodiesel#University\\_of\\_Idaho\\_Mustard\\_Oil\\_Biodiesel\\_Tests](http://articles.extension.org/pages/26637/using-mustard-oil-for-biodiesel#University_of_Idaho_Mustard_Oil_Biodiesel_Tests)). (Dic 2016).



# Nueva propuesta de manejo de la floración de azafrán (*Crocus sativus*) en cámara termocontrolada

Poggi, L.M.; Portela, J.A.; Pontín, M.A.  
EEA La Consulta INTA, CC 8 (5567) La Consulta, Mendoza, Argentina.  
poggi.luciana@inta.gob.ar

## Introducción

La planta de azafrán (*Crocus sativus*) es de propagación agámica obligada, la que se cumple a partir de cormos. En Mendoza (Argentina) la brotación ocurre a principios de otoño. Luego, el crecimiento vegetativo se extiende por el resto del otoño, invierno y principios de primavera, hasta la entrega del cultivo (Poggi, 2009).

El azafrán es considerado una especie geófito con sub-histerantia (Dafni *et al.*, 1981; Mathew, 1982), en la que la secuencia fenológica, el reinicio del crecimiento está determinado por las condiciones ambientales. En este sentido, las flores pueden emerger sobre la superficie del suelo tanto antes (histerantia), durante (sinantia), como después de la emergencia de las hojas (Dafni *et al.*, 1981; Moya *et al.*, 2003; Gresta *et al.*, 2008). Esta respuesta está condicionada por la disponibilidad de agua en el suelo y puede ser determinada por la ocurrencia de lluvias hacia el final del verano y en otoño (Gresta *et al.*, 2008b; Gresta *et al.*, 2009). Otros autores explican que este fenómeno, común a otras especies geófitas de la zona del Mediterráneo, sería el resultado de una estrategia de adaptación frente a la natural variabilidad de las condiciones ambientales estacionales (Dafni *et al.*, 1981; Debussche *et al.*, 2004, citados en Gresta, 2008b; Ofir y Kigel, 2010).

Se ha propuesto que esta capacidad de la planta de azafrán, de florecer a expensas de los nutrientes acumulados en los cormos sin que haya emergido aún el sistema foliar (Dafni *et al.*, 1981), puede tener importantes implicancias agronómicas, como que sea posible pensar en la cosecha mecanizada de flores (Plessner *et al.* 1989, Galigani y Garbati Pegna, 1999; Gresta *et al.*, 2009). Pero también, podría ofrecer alguna ventaja para la producción en ambiente controlado (cámaras de cultivo forzado).

En este sentido, ya ha sido probado que la floración en ambientes termocontrolados, con cormos plantados en terrinas con sustrato húmedo, ofrece beneficios específicos (Molina *et al.*, 2004; Molina *et al.*, 2005a; Molina *et al.*, 2005b, Molina *et al.*, 2010), como la posibilidad de escalonar y alargar el período de cosecha, y de simplificar su operación al concentrar gran cantidad de cormos en espacios reducidos. Una vez culminada la floración, los cormos son plantados a campo, en condiciones naturales, para que formen los nuevos propágulos y se preparen para reiniciar el ciclo.

Pero esos estudios no consideraron a la histerantia como una variable de manejo. La floración de azafrán en cámaras sin empleo de sustrato húmedo debe ser estudiada porque, de no existir un sacrificio importante en la productividad y calidad, su implementación permitiría simplificar aún más el manejo de los propágulos y la cosecha, así como aumentar la eficiencia en el uso del espacio disponible en la cámara.

En trabajos previos (Negbi *et al.*, 1989, De Maestro *et al.*, 1993, De Juan *et al.*, 2003, Gresta *et al.*, 2008a, Poggi y Portela, 2010) quedó demostrado que el tamaño (peso) del cormo es un componente fundamental en la determinación del rendimiento, tanto en flores como en especia. El potencial productivo del propágulo podría estar a su vez influido por la disponibilidad de agua en el sustrato al reiniciarse el crecimiento, y esto podría tener distinta relevancia según el tamaño del cormo, siendo más determinante para los más chicos por disponer de menor biomasa. Por lo tanto, resulta necesario estudiar también el efecto de la biomasa del propágulo cuando se fuerza la floración de azafrán en cámaras de cultivo sin sustrato húmedo.

Asimismo, hay evidencias de que la floración en ambiente termocontrolado generaría una depresión en la productividad de especia en el cultivo siguiente (datos no publicados), y sería entonces interesante poner además a prueba cormos que provengan de contextos de cultivo diferentes. Esencialmente, que difieran en las condiciones en que transcurrió la floración en el ciclo anterior, ya sea en cámaras o a campo, para verificar la ocurrencia de ese efecto depresivo, observado en la productividad, y establecer si un manejo orientado a aprovechar la histerantia modifica esa respuesta, en cormos con distinta biomasa.

El objetivo del trabajo fue probar el impacto sobre el rendimiento y la calidad de hebras de azafrán cultivadas en cámara termocontroladas aprovechando la histerantia, considerando además los efectos del tamaño del cormo y de dónde ocurrió la floración el año anterior, si fue también en cámara o en el campo.

## Materiales y métodos

El estudio se realizó en cámaras de cultivo termocontrolado en la Estación Experimental La Consulta INTA (Mendoza, Argentina). Se probaron dos condiciones de manejo en la cámara, colocando los cormos en macetas con sustrato húmedo o simplemente apoyándolos sobre bandejas (envases de cartón para huevos) (figura 1), para generar diferencias en la expresión de la histerantia. En el tratamiento con sustrato, este se conformó a base de turba y fibra de coco, y se lo mantuvo húmedo por debajo del nivel de saturación.

El material de propagación empleado correspondió a una población local de azafrán, multiplicada por más de cinco años en la misma localidad, pero con diferencias en las condiciones en las que transcurrió la floración el año anterior, diferenciándose entre cormos que lo hicieron en cámara de cultivo, con manejo ambiental equivalente al de este ensayo, y aquellos que florecieron a campo; es decir, que se mantuvieron por al menos dos ciclos de cultivo en condiciones naturales.

Cada lote de cormos se separó a su vez en dos clases por peso, dentro del rango de tamaño que asegura la posibilidad de formación de flores. Estas clases fueron 8-12 g y 12,1-20 g. El diseño experimental fue completamente aleatorizado, con estructura factorial de tratamientos y 4 repeticiones.

Una vez removidos del campo, todos los cormos fueron colocados en ambiente controlado (cámara a temperatura constante), simulando condiciones de verano (entre 23 °C y 27 °C, con 70-80 % de humedad relativa), entre octubre y febrero, por un lapso total de 117 días. Luego, los cormos fueron trasladados a otro ambiente simulando condiciones de otoño (17 °C), desde febrero hasta que finalizó la floración, hacia mediados de abril.

Al ingreso a esta cámara “de otoño” se conformaron los dos tratamientos en prueba, con y sin contacto de los cormos con sustrato húmedo. Una vez que se verificó el inicio de la brotación, para evitar la etiolación de los brotes se incorporó a la cámara luz artificial con densidad de flujo de fotones de  $30 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , marcando un fotoperíodo de 12 horas de luz continua.

Las variables respuesta consideradas en el estudio fueron el número de flores, el momento de cosecha, el peso de las hebras producidas, la producción por cormo y la calidad obtenida a través de la norma ISO 3632. El análisis estadístico se realizó empleando el software estadístico Info-Gen (Balzarini y Di Rienzo, 2004).

## Resultados y discusión

En el tratamiento con sustrato húmedo, la floración se adelantó respecto al tratamiento sin sustrato (figura 2), con 10 días de diferencia entre puntos máximos. Esto era esperable, ya que la mayor disponibilidad de humedad aceleraría el proceso de brotación; no solo de flores, sino también de



hojas. Estas, en cambio, en el tratamiento sin sustrato fueron apenas visibles, confirmando la expresión de la histerantia (figura 1).

Sin embargo, al considerar los rendimientos en número de flores producidas y en especia (peso de las hebras por flor y por cormo), no hubo diferencias significativas entre los tratamientos de cámara (figura 3 y tabla 1). En otras palabras, estos resultados indican que es factible provocar la floración de azafrán en cámaras de cultivo, simulando condiciones ambientales de verano primero y de otoño después, sin siquiera colocar los cormos en contacto con un sustrato húmedo y sin que esto implique pérdidas de rendimiento.

Contando solo con el agua disponible internamente, el cormo de azafrán es capaz de formar el mismo número de flores completas y con igual partición de biomasa a las hebras, lo que sugiere que en verdad el contacto con la humedad acelera el proceso de reinicio del crecimiento, pero no participa en el desenlace y resultado de la producción de especia.

En las condiciones probadas en este trabajo, la alternativa de manejo de la floración sin sustrato húmedo ocupó un espacio 3,5 veces menor, marcando la posibilidad de aumentar considerablemente la eficiencia de uso de una cámara de cultivo empleando esta modalidad. Asimismo, por el hecho de no haber emisión de raíces, resulta mucho más práctica la plantación a campo de los cormos que florecieron sin estar en contacto con sustrato húmedo.

Por un lado, si se considera solo la biomasa del propágulo (figura 4 y tabla 1), las diferencias de respuesta fueron muy marcadas e importantes. El análisis estadístico reveló que esta fuente de variación fue siempre la más importante en la generación de variabilidad en el ensayo, en el que, por otro lado, no hubo interacciones importantes entre los factores probados (tabla 1).

En definitiva, los cormos de mayor tamaño (12-20 g) produjeron significativamente el doble de flores y de especia (en peso) que los de la otra clase (8-12 g), independientemente de si estuvieran o no en contacto con sustrato húmedo durante la floración. El efecto de la biomasa del propágulo ya había sido observado en trabajos previos (Negbi *et al.*, 1989, De Maestro *et al.*, 1993, De Juan *et al.*, 2003, Gresta *et al.*, 2008a, Poggi y Portela, 2010) y remarca la importancia central que tiene el tamaño del cormo en la determinación del rendimiento de azafrán.

En cuanto al tercer factor probado en este ensayo, tampoco existió interacción con los tratamientos en la cámara ni con el tamaño del propágulo, pero se verificó el hecho que los cormos que transcurrieron la floración anterior en el campo generaron rendimientos estadísticamente mayores que la producción de los que florecieron en cámara, aunque no fue dado por mayor número de flores, sino solo por mayor peso de la hebra (figura 5 y tabla 1). En particular, este último aspecto dilucidado aquí sugiere que no sería conveniente basar la producción de azafrán únicamente en el manejo de la floración en cámaras de cultivo, tal como fue discutido en estudios previos (Poggi y Portela, 2010), para así lograr la sustentabilidad del sistema productivo a largo plazo. Pero, indica a la vez que el criterio más apropiado podría estar en formular planteos de producción combinados, empleando lotes de cormos para floración en ambientes controlados y, al mismo tiempo, lotes de multiplicación con manejo de la floración a campo. Respecto a la calidad se obtuvo más color (crocina), sabor amargo (picrocrocina) y menos aroma (safranal) cuando no se usó sustrato (tabla 2).

## Conclusiones

Es posible y conveniente aprovechar la histerantia en cormos de azafrán para facilitar el manejo de la floración en condiciones termocontroladas, sin efecto depresor en los rendimientos y manteniendo la calidad del producto.

Todo el esfuerzo de la formación de flores es hecho por el cormo sin necesidad de entrar en contacto con agua, y en esta respuesta no hay influencia del tamaño del propágulo ni tampoco de las condiciones en que ocurrió la floración el ciclo anterior.

El contacto de los propágulos con el sustrato húmedo tan solo acelera el reinicio del crecimiento,



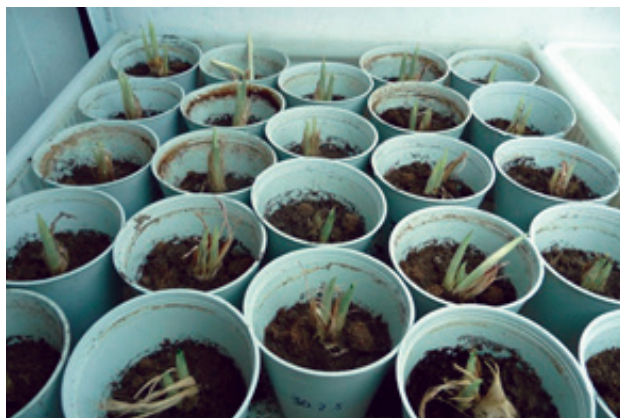
con emisión simultánea de hojas y flores.

Cormos de 12-20 g producen en la cámara el doble de flores y de especia (en peso) que los de 8-12 g, remarcando la importancia del peso del propágulo en la determinación del rendimiento.

Cormos que florecieron el año previo en el campo son significativamente más productivos que los que lo hicieron en cámara de cultivo, indicando la necesidad de considerar planteos de producción combinados, entre campo y ambientes controlados.



A



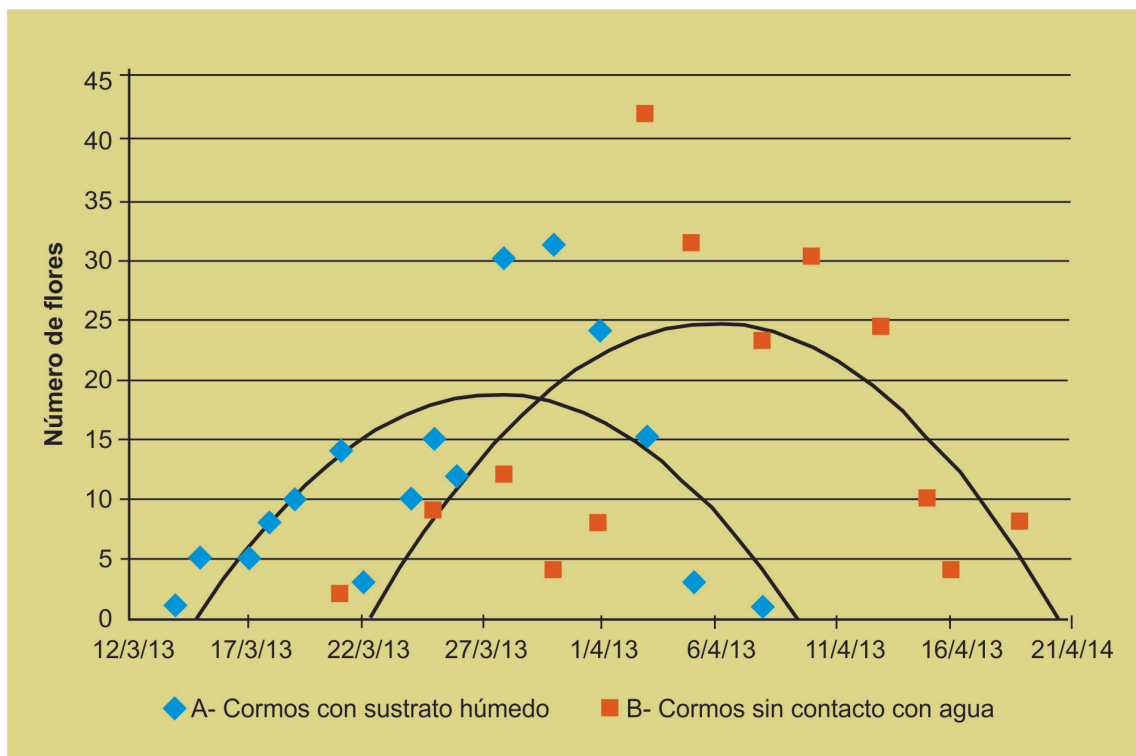
B



**Figura 1.** Disposición de los cormos en cámara “de otoño” para distinguir entre: A) cormo sin contacto con agua, y B) tratamiento de cormos en contacto con sustrato húmedo.

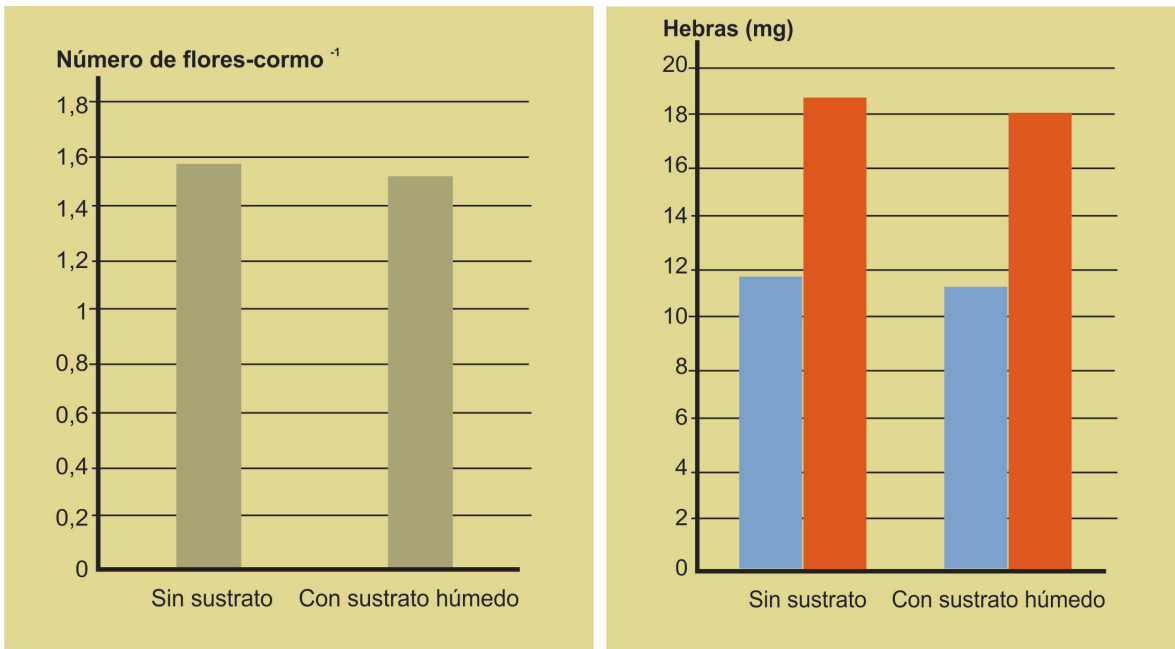


**Figura 2.** Imágenes de la floración observada en: A) tratamiento de cormos en contacto con sustrato húmedo, y B) cormo sin contacto con agua.

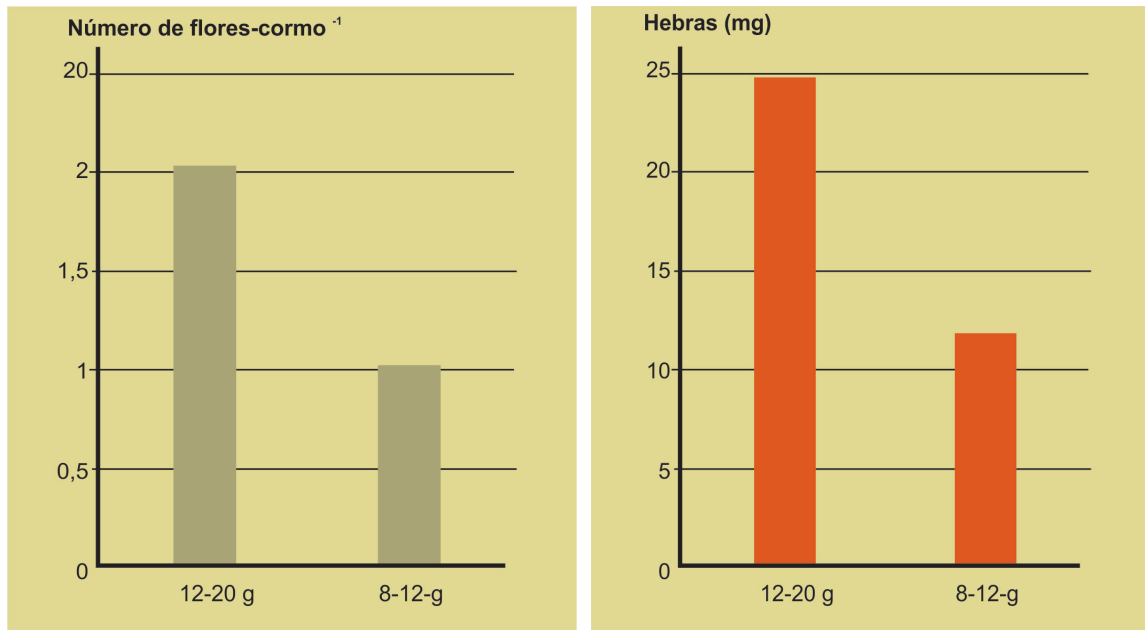


**Tabla 1.** Significancia estadística de las diferencias entre los niveles de los factores probados, según la prueba de DMS (alfa= 0,05).

Factores probados	N.º flores·cormo <sup>-1</sup>	Hebra flor <sup>-1</sup> (mg)	Hebra cormo <sup>-1</sup> (mg)
Tratamiento de cámara: con y sin sustrato húmedo	ns	ns	ns
Peso del cormo	**	ns	**
Ambiente de floración el año anterior	ns	**	**
Coefficiente de Variación	11,6	10,1	13,2

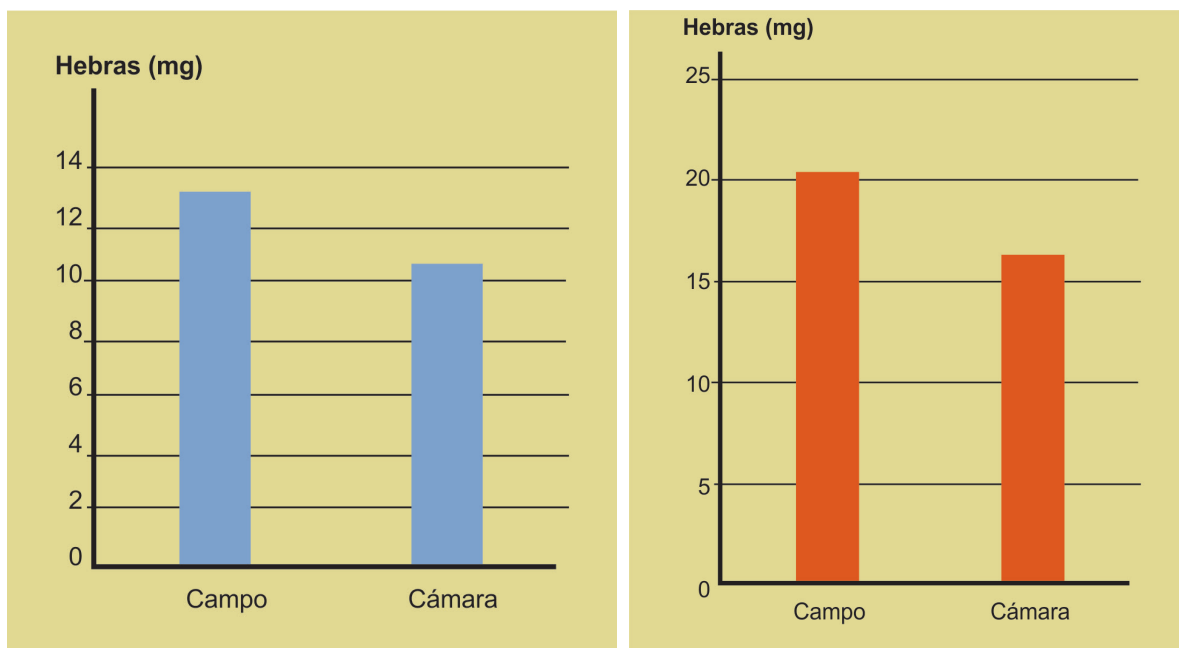


**Figura 3.** Efecto del tratamiento en cámara, cormos con y sin contacto con sustrato húmedo, sobre el rendimiento en número de flores y en esencia (mg).



**Figura 4.** Efecto de la clase de peso del cormo sobre el rendimiento en número de flores y en esencia (mg) por cormo.





**Figura 5.** Efecto del ambiente en que ocurrió la floración en el ciclo anterior sobre el rendimiento en especia (mg) por flor y por cormo.

**Tabla 2.** Evaluación de calidad de las hebras de azafrán, por Norma ISO 3632.

	Cosecha 2013			
	ISO 3632 Cat I	Con sustrato	Sin sustrato	C.V.
Crocina (440 nm) Color	200	216 b	257 a	1,98
Picrocrocina (257 nm) Sabor amargo	70	103 b	110 a	0,32
Safranal (330 nm) Aroma	20 - 50	34 a	31 b	1,18

## Bibliografía

- BALZARINI, M.; DI RIENZO, J. 2004. Info-Gen: Software para análisis estadístico de datos genéticos. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba. Argentina.
- DAFNI, A.; SHMIDA, A.; AVISHAI, M. 1981. Leafless autumnal-flowering geophytes in the Mediterranean region. Phytogeographical, ecological and evolutionary aspects. *Plant Systematic and Evolution* 137:181-193.
- DE MASTRO, G.; RUTA, C. 1993. Relation between corm size and saffron (*Crocus sativus* L.) flowering. *Acta Hort. (ISHS)* 344:512–517.
- DE JUAN, J.A.; MOYA, A.; LÓPEZ, S. 2003. Influencia del tamaño del cormo y la densidad de plantación en el rendimiento y la calidad de la producción de cormos de *Crocus sativus* L. *ITEA* 99(2):169-180.
- GALIGANI, P.F.; GARBATI PEGNA, F., 1999. Mecanized saffron cultivation including harvesting. In: Negbi M (Ed.), *Saffron: Crocus sativus* L. Harwood Academic Publishers, Australia, p 115-126.
- GRESTA, F.; LOMBARDO, G.M.; SIRACUSA, L.; RUBERTO, G. 2008a. Effect of mother corm dimension and sowing time on stigma yield, daughter corms and qualitative aspects of saffron (*Crocus sativus* L.) in a Mediterranean environment. *J Sci Food Agric* 88:1144–1150.
- GRESTA, F.; LOMBARDO, G.M.; SIRACUSA, L.; RUBERTO, G. 2008b. Saffron, an alternative crop for sustainable agricultural system. A review. *Agronomy Sustain. Dev.* 28:95-112. (Disponible: [www.agronomy-journal.org/articles/agro/abs/2008/01/a6163/a6163.html](http://www.agronomy-journal.org/articles/agro/abs/2008/01/a6163/a6163.html)) (Dic. 2016).
- GRESTA, F.; AVOLA, G.; LOMBARDO, G.M.; SIRACUSA, L.; RUBERTO, G. 2009. Analysis of flowering, stigmas yield and qualitative traits of saffron (*Crocus sativus* L.) as affected by environmental conditions. *Scientia Horticulturae* 119:320–324. (Disponible: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423808003415>) (Dic.2016).
- MATHEW, B. 1982. *The Crocus. A revision of the genus Crocus (Iridaceae)*. London: B.T. Batsford.
- MOLINA, R.V.; VALERO, M.; NAVARRO, Y.; GARCÍA-LUIS, A.; GUARDIOLA, J.L. 2004. The effect of time of corm lifting and duration of incubation at inductive temperature on flowering in the saffron plant (*Crocus sativus* L.). *Scientia Horticulturae* 103:79-91.
- MOLINA, R.V.; VALERO, M.; NAVARRO, Y.; GARCÍA-LUIS, A.; GUARDIOLA, J.L. 2005. Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus* L.). *Scientia Horticulturae* 103:361-379.
- MOLINA, R.V.; VALERO, M.; NAVARRO, Y.; GARCÍA-LUIS, A.; GUARDIOLA, J.L. 2005. Low temperature storage of corms extends the flowering season of saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*. 80(3):319-326.
- MOLINA, R.V.; RENAU-MORATA, B.; NEBAUER, S.G.; GARCÍA-LUIS, A.; GUARDIOLA, J.L. 2010. Greenhouse saffron culture – temperature effects on flower emergence and vegetative growth of the plants. *Acta Hort. (ISHS)* 850:91-94. (Disponible: [http://www.actahort.org/books/850/850\\_12.htm](http://www.actahort.org/books/850/850_12.htm)) (Dic. 2016).
- MOYA, A.; DE JUAN, J.A.; BOTELLA, O.; MUÑOZ, R.; LOPEZ, H. 2003. La incidencia del riego en el fenómeno de la histerantia en *Crocus sativus* L. X Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas. Pontevedra. *Acta de Horticultura* (39):416-418.
- NEGBI, M.; DAGAN, B.; DROR, A.; BASKER, D. 1989. Growth, flowering, vegetative reproduction, and dormancy in the saffron crocus (*C. sativus*). *Israel J. Bot.* 38:95-113.
- OFIR, M.; KIGEL, J. 2010. Ecotypic variation of summer dormancy relaxation associated with rainfall gradient in the geophytic grass *Poa bulbosa*. *Annals of Botany* 105:617–625. (Disponible: [www.aob.oxfordjournals.org](http://www.aob.oxfordjournals.org)) (Dic. 2016).
- PLESSNER, O.; NEGBI, M.; ZIV, M.; BASKER, D. 1989. Effects of temperature on the flowering of the saffron crocus (*Crocus sativus* L.): induction of hysteranthy. *Israel J. Bot.* 38:1–7.
- POGGI, L.M. 2009. Problemáticas y nuevas perspectivas tecnológicas para la producción de aza-



- frán. *Horticultura Argentina* 28(65):39-62. (Disponible: <http://www.horticulturaar.com.ar/publicaciones-8.htm>) (Dic. 2016).
- POGGI, L.M.; PORTELA, J.A. 2010. Efecto del tamaño de los cormos y de la incubación sobre el tiempo a floración y la producción de azafrán en hebras (*Crocus sativus* L.) *Horticultura Argentina* 29(69):26-32. (Disponible: <http://www.horticulturaar.com.ar/publicaciones-12.htm>) (Dic. 2016)
- POGGI, L.M.; PORTELA, A.J.; PONTIN, M.A.; MOLINA, R.V. 2010. Corm size and incubation effects on time to flowering and threads yield and quality, in saffron production in Argentina. *Acta Hort. (ISHS)* 850:193-198. (Disponible: [http://www.actahort.org/books/850/850\\_32.htm](http://www.actahort.org/books/850/850_32.htm)) (Dic. 2016).

# Estudio de las poblaciones de chicharritas (Hemiptera–Cicadellidae) en cultivos de orégano en San Carlos, Mendoza

Panonto, S.F.; Bauzá, P.  
AER Antonio Navarro INTA La Consulta  
panonto.silvina@inta.gob.ar

## Introducción

El departamento de San Carlos, Mendoza, es la principal zona productora de orégano del país, con una superficie cultivada de alrededor de 1.000 hectáreas (según censo 2011 INTA-IDR). Ocupando más del 60 % de la superficie total el ecotipo “compacto” (*Origanum vulgare vulgare*) es el más difundido de la zona, seguido por el “cordobés” (*Origanum vulgare hirtum*) con el 40 % restante de la superficie cultivada.

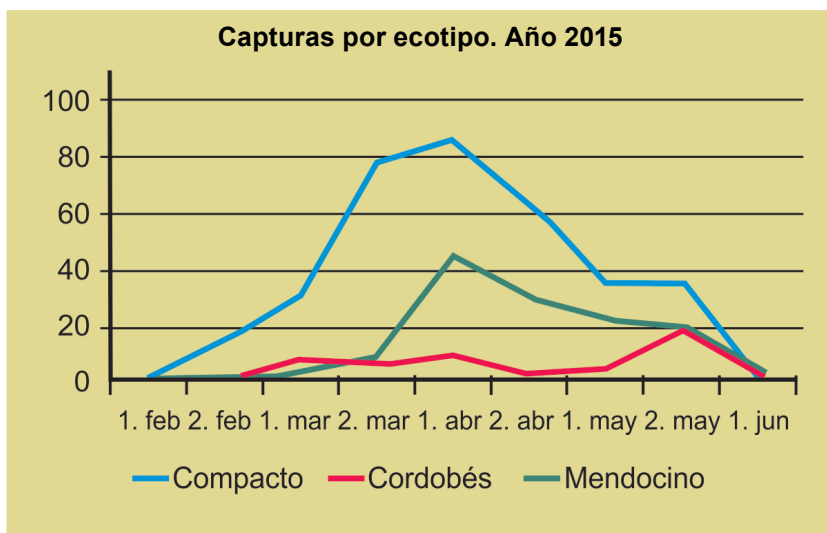


Si bien para el cultivo de orégano no se cita la ocurrencia de plagas clave, en los meses de marzo–abril, momento en que se realiza el segundo corte, los cultivos suelen presentar síntomas de ataque de chicharritas, haciéndose notorio el típico puntillado clorótico en el haz de la hoja.

El objetivo del trabajo fue estudiar las fluctuaciones poblacionales, la riqueza y abundancia de chicharritas (Cicadélidos) en los distintos ecotipos del cultivo de orégano.

## Materiales y métodos

Se realizó durante los años 2014 y 2015 un muestreo cada 15 días, con red entomológica en los ecotipos de orégano compacto (*O vulgare vulgare*), cordobés (*O vulgare hirtum*) y mendocino (*Origanum x majoricum*). Posteriormente en laboratorio, se clasificaron y cuantificaron los individuos capturados.



## Resultados

Por un lado, los muestreos quincenales permitieron determinar que la ocurrencia de chicharritas en el cultivo de orégano comienza en el mes de febrero y es a partir de la segunda quincena de abril cuando las poblaciones alcanzan sus máximos valores para abandonar el cultivo hacia la segunda quincena de mayo. Por otro lado fue notable la di-



ferencia en cuanto a la presencia de chicharritas en el ecotipo compacto respecto de los otros dos ecotipos en los que se registró más baja ocurrencia de chicharritas.

Sobre un total de 571 adultos capturados el 93 % de ellos pertenecían a la especie *Protalebrella brasiliensis* Baker 1899, constituyéndose en la única especie de las capturadas que coloniza el cultivo de orégano ecotipo compacto en Mendoza. El restante 7 % de los individuos capturados pertenecían a once especies diferentes y su presencia en el cultivo fue ocasional.

### Descripción

*Protalebrella brasiliensis* (Baker 1899) Longitud del adulto 2,7-3,0 mm, coloración amarillenta con distintivas manchas castaño oscuro. Corona amarillenta con una pequeña marca mediana castaña oscura cerca del margen posterior; pronoto castaño oscuro con tres puntos amarillentos en el margen anterior y cuatro bandas longitudinales hacia el margen posterior, escutelo similar al pronoto. Ala anterior con una mancha castaña en el margen anal terminando en una areola translúcida; una banda oscura desde el margen costal hasta la sutura claval sobre la vena comisural; mitad apical esfumada con areolas translúcidas.

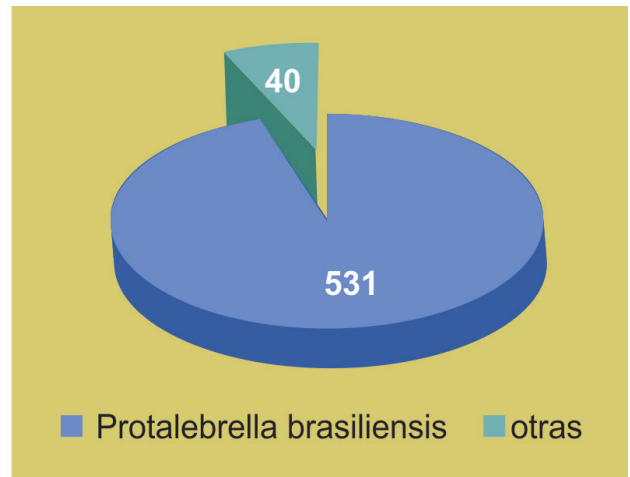
Si bien hasta el momento los casos registrados en la zona no alcanzaron niveles poblacionales que requieran alguna medida de control, la ocurrencia de la plaga en la zona debe seguir siendo monitoreada.

### Bibliografía

BAKER, C.F.1899b. On Alebra and related genera. Psyche. 8: 401-405.

INTA-IDR. 2011. Segundo Censo de Productores de Plantas Aromáticas y/o Medicinales de la Provincia de Mendoza.

Capturas por especie. 2015





# Estudio de las poblaciones de trips (Thysanoptera–Thripidae) en cultivos de dos ecotipos de orégano de San Carlos, Mendoza

Panonto, S.F.; Bauzá,  
AER Antonio Navarro INTA La Consulta  
panonto.silvina@inta.gob.ar

## Introducción

En San Carlos, provincia de Mendoza, se encuentra la principal zona productora de orégano del país, con casi 1.000 ha cultivadas de las cuales el 65 % de ellas corresponde al ecotipo “compacto” (*Origanum vulgare vulgare*) y el 35 % restante al ecotipo “cordobés” (*Origanum vulgare hirtum*) (INTA-IDR, 2011).

Por un lado, si bien el cultivo de orégano se caracteriza por tener una baja incidencia de plagas, cada vez con mayor frecuencia es posible observar la ocurrencia de trips provocando graves daños. Los síntomas se manifiestan en primavera apenas el cultivo inicia la etapa de crecimiento vegetativo (figura1) y consiste en múltiples heridas que al contacto con el aire se oxidan y dan al cultivo un aspecto amarronado con hojas deformadas.



Figura 1: síntoma de trips en orégano compacto.

Por otro lado según datos del Censo Provincial de Aromáticas, realizado en 2011, 4 de cada 10 productores manifestaron haber tenido problemas con trips y sumado a esto, el 90 % de ellos reconocieron realizar controles químicos, con productos insecticidas tales como dimetoato, methamidafós y hasta furadán, ninguno de ellos autorizados por SENASA para su uso en orégano y sin conocer los momentos oportunos de control (SENASA, 2012).

Los objetivos del trabajo fueron: 1) identificar géneros y especies de los individuos capturados en los cultivos de orégano, ecotipos compacto y cordobés, predominantes en el departamento de San Carlos; 2) establecer las fluctuaciones poblacionales y el ciclo biológico de los trips en dichos cultivos; 3) contribuir al manejo de la plaga realizando controles con acetamiprid, producto aceptado por SENASA para el uso en el cultivo de orégano.

## Materiales y métodos

Durante las campañas 2013 y 2014 se realizaron muestreos en dos parcelas de orégano de los ecotipos compacto y



cordobés. Semanalmente se tomaron muestras de 9 brotes de 10 cm de plantas afectadas: 3 en la cabecera, 3 en el medio y 3 en el pie de cada parcela. Se consideró población de trips al promedio del total de capturas (adultos y estadios inmaduros) de los 9 brotes. Las capturas semanales y la ocurrencia de trips en cada ecotipo fueron evaluados estadísticamente, con test de Fisher (Bazarini *et al.*, 2004).

Se realizó también la identificación del género mediante la preparación microscópica de todos los individuos adultos capturados y el uso de clave dicotómica (De Borbon, 2005). Para determinar la biología se realizó una cría de 30 individuos en cámara acondicionada con temperaturas constantes de  $23,2^{\circ} \pm 2$  y 12 horas diarias de luz artificial.

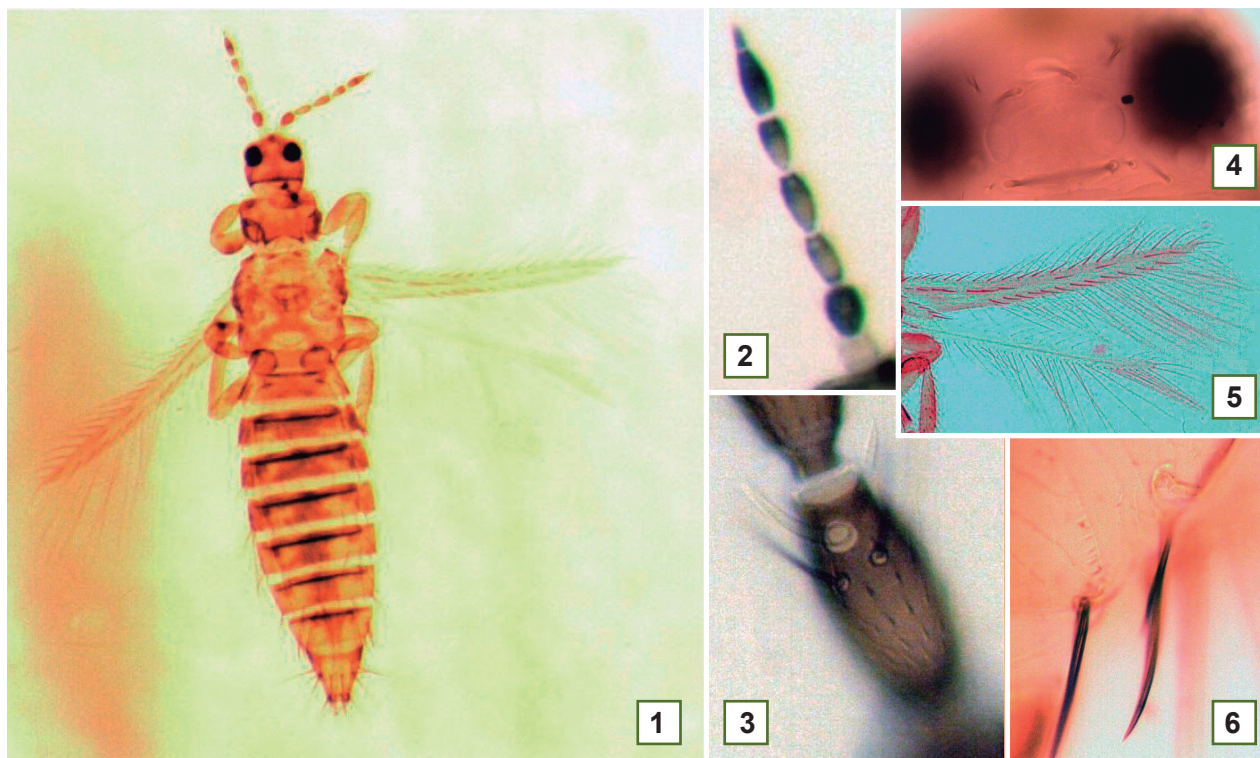
Durante la temporada 2014 se realizó una experiencia de control con acetamiprid (Mospilán)  $50 \text{ g/hL}^{-1}$ , producto aprobado por SENASA en la resolución n.º 208/12. Se realizaron 2 aplicaciones, cada vez que los muestreos dieron como resultado cinco trips/brote.

## Resultados

### Identificación:

Se logró comprobar que todos los individuos capturados en el pico de noviembre pertenecían a la misma especie y mediante el uso de claves dicotómicas se determinó que pertenecían al género *Thrips* (Thysanoptera–Thripidae), quedando pendiente la identificación de la especie.

Adulto de 1,1 mm aproximadamente, color castaño (1). Antena de 7 antenitos, con estilo terminado en dos segmentos (2). Segmento III de la antena con conos sensoriales dobles, en forma de horqueta (3). Cabeza con solo dos pares de setas interocelares (4). Ala anterior con hileras de setas incompletas y discontinuas (5). Tergito VIII con ctecndia dispuesta posterolateralmente al espiráculo de la respiración (6). (figura 2).



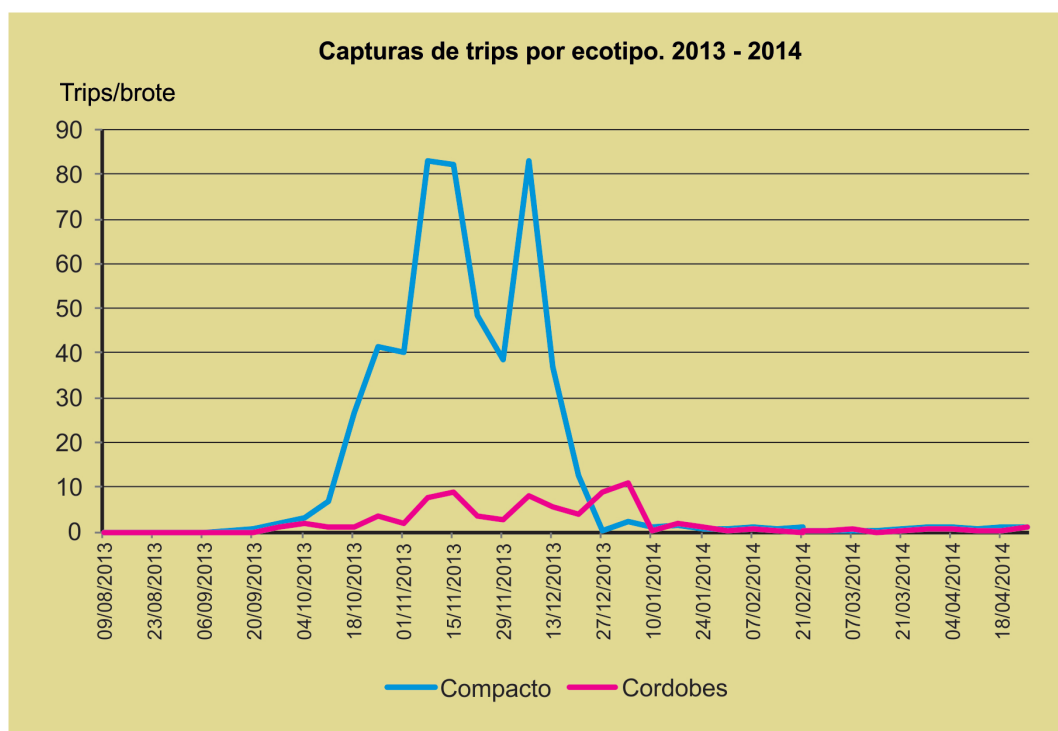
**Figura 2:** Caracteres taxonómicos del trip del orégano. Foto: Panonto, Silvina.

## Fluctuaciones poblacionales:

En la figura 3 puede observarse el comportamiento de la plaga en los distintos ecotipos del cultivo. La ocurrencia de trips fue significativamente mayor en el ecotipo compacto, respecto del cordobés. En 2013 el inicio de la infestación se produjo a principio de octubre, registrándose dos picos durante la toda campaña (figura 3 y Anexo I).

En el pico poblacional que se registró entre el 8 y el 15 de noviembre, en el ecotipo compacto, pudo observarse un ataque de 80 individuos/brote, dejando el cultivo amarronado, de porte bajo y comprometiendo seriamente la floración, principal componente del rendimiento en dicho ecotipo (pocas flores y deformadas). El ecotipo cordobés presentó menos de 10 trips/brote, no manifestando síntomas importantes de daño en el cultivo. Todos los individuos capturados en este pico poblacional pertenecían al mismo género.

El pico de principio de diciembre se produce con el cultivo en plena floración. En este momento se observó una gran diversidad de especies de trips que llegan al cultivo por suministro de polen (Comunicación personal Carlos De Borbon).



**Figura 3:** Número de trips capturados por semana en oréganos compacto y cordobés.

El inicio de la infestación se produce habitualmente hacia la segunda quincena de setiembre estando muy influenciada por las temperaturas invernales (tabla 1). Puede observarse en la tabla 1 que cuando el promedio de las temperaturas de los meses de julio, agosto y septiembre son más bajas el inicio de la infestación se retrasa como sucedió en el año 2013.

## Ciclo biológico:

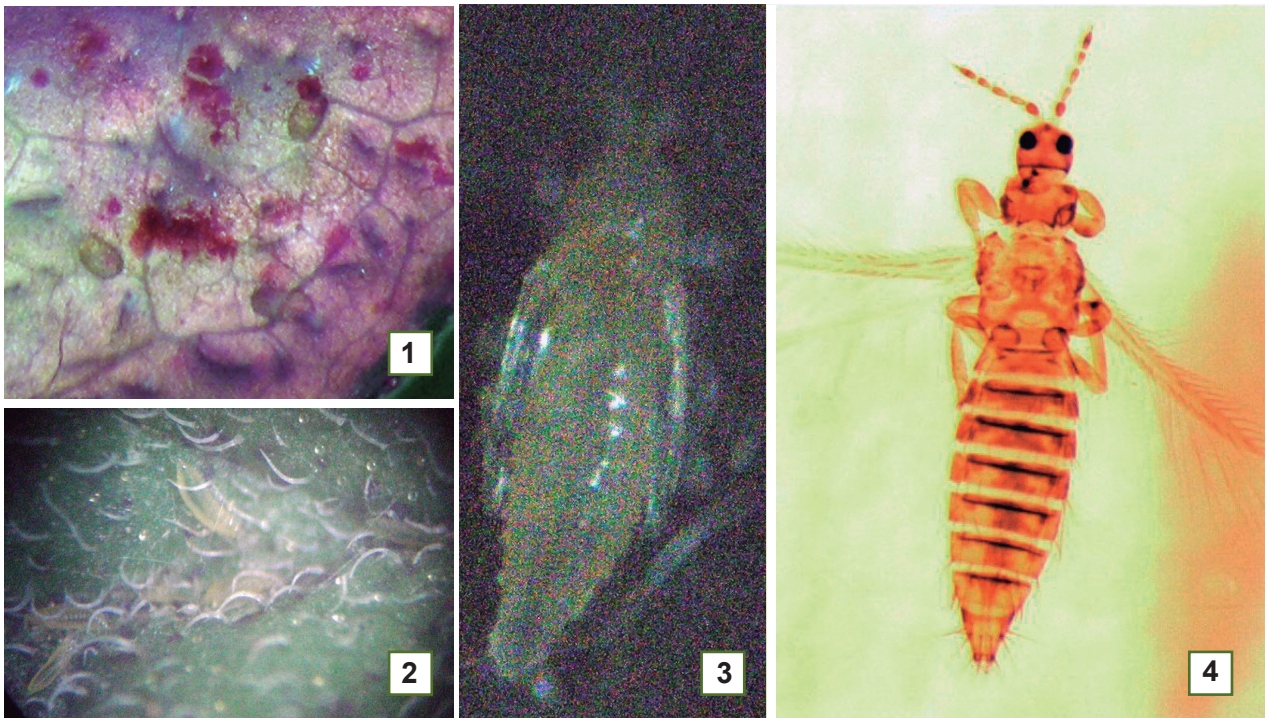
El ciclo total dura 20 días, pasando por huevo (1), dos estadios larvales (2), prepupa, pupa (3) y adulto (4). La reproducción es por partenogénesis del tipo telitóquica, cada hembra vive hasta 25 días y puede poner entre 1 y 5 huevos por día. (figura 4).

La infestación del cultivo de orégano dura alrededor de 45 días, el equivalente a 2 generaciones.



**Tabla 1:** Incidencia de las temperaturas invernales (\*promedio julio, agosto, setiembre), sobre el comienzo de la infestación del cultivo.

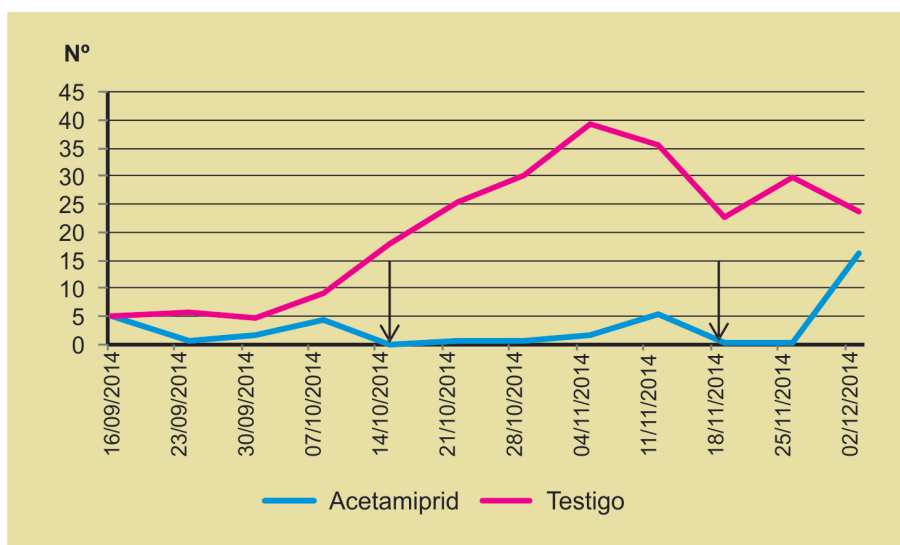
	2013	2014	2015
T° mínima promedio*	-1	0,86	0,83
T° máxima promedio*	16,2	18,6	17,2
T° media promedio *	7,63	9,76	9
Inicio de infestación	4 de octubre	16 de se ptiembre	16 de se ptiembre



**Figura 4:** Ciclo biológico del trips del orégano. Cámara de cría. Foto: Panonto, Silvina.

### Control químico:

Se ha logrado un efectivo control de la plaga realizando 2 aplicaciones, con acetamiprid (Mospilán)  $50 \text{ g/hL}^{-1}$ , cuando los muestreos dieron como resultado cinco trips/brote de 10 cm, pudiendo controlar las dos generaciones mencionadas en la biología (figura 5).



**Figura 5.** Poblaciones de trips en parcelas tratadas con acetamiprid.

Las parcelas tratadas con acetamiprid produjeron orégano verde de primera categoría (según escala de color propuesta por INTA La Consulta, que contempla 10 colores graduados con 10 % de orégano negro por categoría) (Bauzá *et al.* 2008) mientras que en las parcelas sin tratamiento el orégano evaluado fue de segunda categoría (figura 6). En cuanto a los síntomas, poblaciones de 5 trips/brote se observa la deformación de la yema apical y con poblaciones de 40 trips/brote la inflorescencia se atrofia completamente.



**Figura 6.** Muestras: de orégano cosechado en el testigo (izq.), orégano cosechado en la parcela tratada con acetamiprid.

## Conclusiones

Se ha logrado identificar el género de la plaga y hay que continuar con el trabajo de identificación de esta.

Se ha observado que el ataque de trips produce una disminución en la calidad, en cuanto a color. Pasando de un orégano de categoría verde o primera a categoría manchado o segunda. Es importante continuar con la evaluación para cuantificar el daño producido por la plaga en los dos ecotipos y en los dos picos generacionales.

Se ha comprobado que acetamiprid en una concentración de 50 g/hl, permite un efectivo control de la plaga.

## Agradecimiento

A Carlos Manuel de Borbón por su disposición por su ayuda para realizar este trabajo.



## Anexo 1

Anova Número de trip/ brote					
fecha	**				
ecotipo	*				
Fecha*ecotipo	n.s.				
fecha	Variable	Medias			
13/09/2013	compacto	0,23			F
13/09/2013	cordobés	0			F
20/09/2013	compacto	0,63			F
20/09/2013	cordobés	0			F
27/09/2013	compacto	1,63		E	F
27/09/2013	cordobés	0,9			F
04/10/2013	compacto	3,2		E	F
04/10/2013	cordobés	1,67		E	F
11/10/2013	compacto	6,73		E	F
11/10/2013	cordobés	0,87			F
18/10/2013	compacto	26,77		D	
18/10/2013	cordobés	0,9			F
25/10/2013	compacto	41,43	B	C	
25/10/2013	cordobés	3,43			E F
01/11/2013	compacto	40,1	B	C	
01/11/2013	cordobés	1,9			E F
08/11/2013	compacto	83,07	A		
08/11/2013	cordobés	7,53			E F
15/11/2013	compacto	82,43	A		
15/11/2013	cordobés	8,9			E F
22/11/2013	compacto	48,53	B		
22/11/2013	cordobés	3,67			E F
29/11/2013	compacto	38,4	B	C	
29/11/2013	cordobés	2,87			E F
06/12/2013	compacto	82,87	A		
06/12/2013	cordobés	7,87			E F
13/12/2013	compacto	36,6		C D	
13/12/2013	cordobés	5,53			E F
20/12/2013	compacto	12,5			E
20/12/2013	cordobés	3,77			E F

**Nota:** momentos de captura, en naranja se indican los momentos de mayores capturas y en amarillo los momentos con menores capturas de trips.

## Bibliografía

- BALZARINI, M.; DI RIENZO, J. 2004. Info-Gen: Software para análisis estadístico de datos genéticos. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba. Argentina
- BAUZÁ, P.; BAGLIO, C. 2009. Manual del orégano. (Disponible: [campus.fca.uncu.edu.ar/mod/resource/view.php?id=13076](http://campus.fca.uncu.edu.ar/mod/resource/view.php?id=13076)) (Dic. 2016)
- BAUZÁ, P.; BAGLIO, C.; BASTÍAS, J.; MIRABILE, M.; MICHELETTI, A.; LIENAU, F. 2008. Determinación de escala de color en orégano. Horticultura Argentina 27(64): 127. Sep.-Dic. (Disponible: <http://www.horticulturaar.com.ar/publicaciones-12.htm>) (Dic. 2016)
- DE BORBÓN, C. M. 2005. Los trips del suborden Terebrantia de la provincial de Mendoza. Ediciones INTA, Centro Regional Mendoza–San Juan. ISBN 987-521-180-X.
- INTA–IDR. 2011. Segundo Censo de Productores de Plantas Aromáticas y/o Medicinales de la Provincia de Mendoza.
- SENASA 2012. Resolución N.º 208.



# Introducción al análisis de la variación en rendimiento de aceite esencial en plantas aromáticas: Avances en *Minthostachys verticillata*<sup>1</sup>

Arteaga, M.; Collado, C.  
Instituto Recursos Biológicos, INTA Hurlingham.  
arteaga.martin@inta.gob.ar

## Introducción

Numerosos análisis descriptivos que incluyen muestras de plantas de la misma especie en diferentes regiones, o en el caso de especies cultivadas bajo diferentes condiciones ambientales, muestran que tanto la composición como el rendimiento en aceite esencial tienden a ser variables (Zigadlo, *et al.*, 1996, Ojeda, 2004; Elechosa *et al.*, 2009, Arteaga *et al.*, 2013). Esto dificulta la obtención de un material de “calidades superiores” bajo todos los ambientes potencialmente explorables.

En caracterizaciones realizadas en sus áreas de distribución natural es común observar que, dentro de las mismas especies, la composición química del aceite esencial (AE) puede variar con la distribución geográfica, pudiendo encontrarse variaciones cualitativas en la composición del AE entre plantas creciendo a poca distancia o entre grupos de plantas de la misma especie creciendo desde unos pocos a cientos de kilómetros (Elechosa *et al.*, 2009; Van Baren *et al.*, 2014). Este fenómeno no resulta extraño teniendo en cuenta que los compuestos del aceite esencial participan en numerosas interacciones ecológicas. Por ejemplo, en ambientes húmedos, los individuos de una especie aromática tienden a generar y almacenar compuestos que otras poblaciones de esa misma especie, en zonas (o sitios) más áridas no producen.

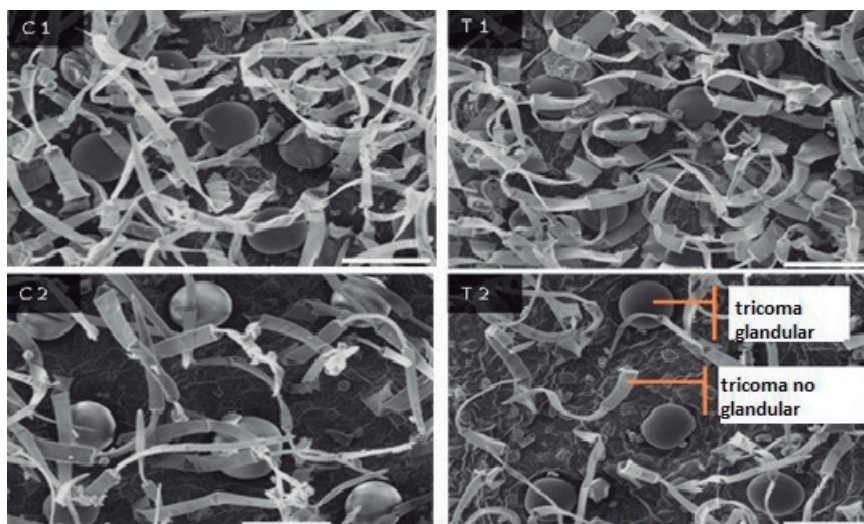
Estudios sobre colectas *in situ* en *Minthostachys verticillata* (M.V.) muestran mayores contenidos de aceites esenciales en las colecciones procedentes de la región central de Argentina, provincias de Córdoba y San Luis, respecto a las procedentes de la región noroeste argentino, así mismo, importantes diferencias en la composición de la esencia han sido numerosamente reportados entre estas dos regiones (Zigadlo, 1996; Elechosa *et al.*, 2007, Ojeda, 2004, Van Baren *et al.*, 2014). Sin embargo, pocos trabajos han intentado estudiar las fuentes de variación que explican estas diferencias desconociéndose las razones de los mayores contenidos informados en las colecciones del centro de la Argentina.

La síntesis y acumulación de aceite esencial tiene lugar en estructuras de la epidermis de hojas, tallos y flores denominadas tricomas o pelos glandulares (figura 1). Estas estructuras están formadas por células secretoras, donde se sintetiza el aceite esencial, y por estructuras de almacenamiento donde la esencia es almacenada y aislada del resto de la planta debido a que estas sustancias tienden a ser tóxicas incluso para la planta que las produce (Croteau *et al.*, 2005). De esta manera, la cantidad de aceite esencial que genere una planta va a depender de la cantidad de tricomas glandulares que posea y del tamaño de las estructuras de almacenamiento. Es decir, tricomas más grandes y en mayor número por planta correlacionarán con mayor contenido de AE. (Ríos Estepa *et al.* 2010).

---

<sup>1</sup> Esta es una versión resumida y en español de la publicación: Arteaga, M., Collado C., Gil A. 2016. Characterization of glandular trichomes of *Minthostachys verticillata* “peperina” from northwest and central Argentina: relation with essential oil content. J.Bio.Env. Sci. 201 Vol 8, N.º 4 pp. 172-181).





**Figura 1:** Imágenes de tricomas glandulares y no glandulares en la cara abaxial de hojas apicales (1) y basales (2) de *Minthostachys verticillata* en SEM. C= procedencia Córdoba; T= procedencia Tucumán. Barra = 100  $\mu$ m

La cantidad de aceite esencial que un determinado genotipo produce también es común que varíe entre diferentes regiones y entre estaciones de un mismo sitio, como consecuencia de la interacción de factores ambientales con ese genotipo particular, e incluso dentro de la misma planta.

En la mayoría de estas especies, las células secretoras reciben insumos en forma de fotoasimilados y transforman esos insumos en aceite esencial que secretan en la cavidad de almacenamiento. Por lo tanto aquello que afecte al metabolismo primario de la planta afectará la síntesis de aceite esencial –metabolismo secundario–. Las condiciones ambientales, además de condicionar el nivel de síntesis de aceite esencial, también pueden condicionar el desarrollo de los tricomas y el crecimiento de los órganos; teniendo una gran influencia en la cantidad de tricomas glandulares que se desarrollen en cada órgano y en la densidad de estos (tricomas. $\text{mm}^{-2}$  de órgano).

El patrón de incremento en el número de tricomas fue descrito en *Menthapiperita*, por Colson *et al.* (1993) donde se observó que el número de tricomas glandulares se incrementaba en los sucesivos pares de hojas.

Además, pueden existir variaciones genéticas dentro de una especie en tamaño y cantidad de estas estructuras, por lo cual sería posible seleccionar individuos con mayor potencial de rendimiento según estos atributos.

El rendimiento en aceite esencial muchas veces se expresa como porcentaje (ml de esencia por peso seco o peso oreado de biomasa por 100) mientras que el rendimiento agronómico expresa cantidades de aceite esencial por unidad de superficie (por ejemplo, litros por hectárea). Por lo tanto, el rendimiento agronómico en aceite esencial y la expresión porcentual del aceite esencial pueden tener una relación inversa. Situaciones de estrés, como sequía, temperatura, etc. pueden afectar más el área del órgano, por ejemplo, el área foliar que la cantidad de tricomas aumentando el porcentaje de AE; sin embargo, la cantidad absoluta de esencia por planta o  $\text{m}^2$  puede ser menor, es decir, un menor rendimiento agronómico.

Con el objeto de estudiar la relación entre la variación de AE y las estructuras de síntesis, los tricomas glandulares, entre plantas procedentes de regiones contrastantes de peperina, se tomaron muestras de plantas in situ y se realizó un ensayo en condiciones semicontroladas en el Instituto de Recursos Biológicos de INTA (IRB), situado en Hurlingham, provincia de Buenos Aires.



## Materiales y métodos

El primer estudio se llevó a cabo sobre material recolectado, abarcando gran parte del área de dispersión natural de la especie. Posteriormente, algunos individuos recolectados fueron clonados y evaluados en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) ubicado en Hurlingham, prov. de Bs. As., bajo condiciones semicontroladas, en un diseño completamente aleatorizado (Experimento *ex situ* en Buenos Aires).

Se recolectaron un total de 20 plantas en similar estado fenológico (floración) elegidas al azar en distintas localidades de las regiones centro (San Luís y Córdoba) y norte (Tucumán) de Argentina (figura 1). Con el fin de obtener un valor promedio de densidad y diámetro de tricomas y asociarlo a la concentración del aceite esencial obtenido del resto de las hojas de la planta, previo a la cosecha, hojas totalmente expandidas –no senescentes– provenientes del nudo n.º 5, en sentido apical-basal, fueron separadas por planta (unidad experimental), herborizadas y almacenadas para la caracterización de los tricomas en laboratorio. Las hojas restantes de cada planta fueron separadas de los tallos, oreadas y almacenadas en bolsas de papel hasta el momento de extracción de la esencia.

Experimento *ex situ* (Buenos Aires): En las instalaciones del Instituto de Recursos Biológicos del INTA, -34° 36' 33.72" y -58° 40' 21.38", tres individuos provenientes de plantas silvestres de *M. verticillata*, de dos localidades de la provincia de Córdoba y de una localidad de la provincia de Tucumán fueron clonados y sus repeticiones distribuidas aleatoriamente en macetas al aire libre. Las plantas madres utilizadas en el experimento fueron obtenidas a partir de vástagos recolectados y acondicionados en papel húmedo y bolsa tipo Ziploc durante 6-12 h. Luego, a partir del material recolectado se realizaron estacas con agregado de hormona de enraizamiento (ácido naftalen acético, 1500 ppm) y repicados en bandejas con sustrato comercial de enraizamiento desinfectado sin suelo. Las bandejas con estacas identificadas fueron acondicionadas en cajas de tergopol y enviadas a Buenos Aires donde se las mantuvo en condiciones de humedad (mistsystem) durante 30 días. Posteriormente, se las traspasó a macetas de un litro rellenas con compost y se las mantuvo en invernáculos hasta primavera. En el mes de noviembre, 10 plantas de Tucumán y 10 plantas de Córdoba (5 por localidad) fueron traspasadas individualmente a macetas de 3 litros rellenas con sustrato de aptitud agrícola. Estas fueron mantenidas hasta su cosecha en marzo bajo media sombra, evitando la competencia entre individuos a través de la distancia de separación de las macetas entre sí. Sobre uno de los vástagos principales de cada planta se cosecharon dos hojas: la apical de menor desarrollo (nudo n.º 2) y una basal completamente expandida (nudo n.º 12) para determinar la densidad (n.º de tricomas.mm<sup>-2</sup>) y el tamaño medio de los tricomas (diámetro promedio en µm). Así mismo, para obtener un valor de referencia en contenido de aceite esencial por tipo de hoja y por procedencia de cada planta, una muestra compuesta de las hojas acompañantes y de otros vástagos, pero de los mismos nudos ( 2 vs. 12) fueron agrupadas en dos grupos por procedencia y posteriormente destiladas.

Extracción del aceite esencial: en el laboratorio las hojas se hidrodestilaron utilizando trampas tipo Clevenger durante 1 hora y 30 minutos. Previamente una submuestras de hojas de cada planta fue pesada por separado y puesta en estufa a 70 °C durante 48 horas hasta estabilización del peso, luego de lo cual se la volvió a pesar y se estableció el contenido de humedad. El contenido en aceite esencial (AE) fue expresado como porcentaje (% = v/p: volumen de esencia (ml) peso seco de hojas-1 (gramos) por 100).

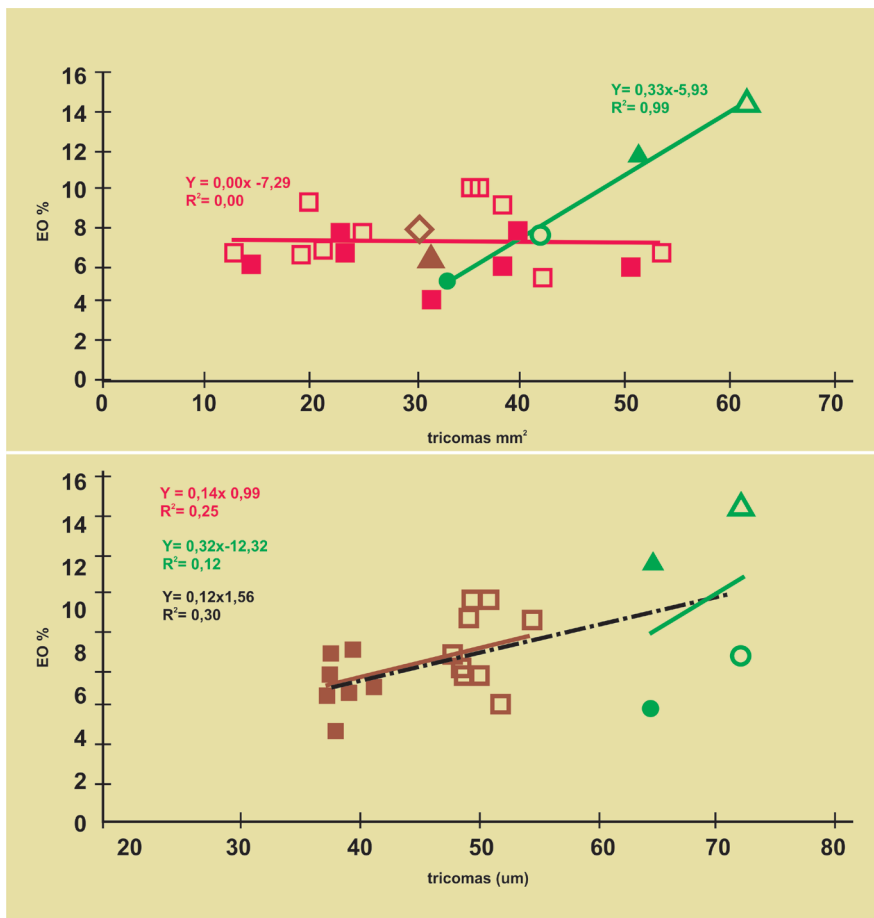
Determinación del diámetro y densidad en tricomas glandulares: mediante microscopio electrónico de barrido MEB (Maffei *et al.*, 1989, Ríos Estepa *et al.*, 2010) se tomaron imágenes sobre la cara abaxial de hojas del nudo n.º5, en hojas de plantas silvestres, y de los nudos n.º2 –hojas apicales– y 12 –hojas basales–, en plantas cultivadas en macetas. En la zona media de cada hoja se midieron 10 celdas de 1 mm<sup>2</sup> determinándose: el número de tricomas y el diámetro medio, en ambos casos como el promedio de las 10 celdas (Nawab *et al.*, 2010). Para medir el diámetro se

utilizó el programa Piximetre (disponible en: <http://ach.log.free.fr/Piximetre/>).

Análisis estadístico: el conjunto de datos fue sujeto al test de normalidad y homogeneidad de varianza. Luego los datos fueron sujetos a análisis estadísticos univariados (ANOVA, correlación de Pearson y test de Tukey) utilizando el software Infostat (versión 2012).

## Resultados

Relevamiento *in situ*: en las plantas colectadas de las sierras, el n.º de tricomas no difirió entre plantas cosechadas en el centro del país (Córdoba y San Luis) vs. las del norte (Tucumán), observándose una gran dispersión en los datos hallados. Sin embargo, las colecciones del centro del país presentaron tricomas de mayor diámetro ( $p \leq 0.05$ ) que las de Tucumán (figura 2) De manera similar, la concentración de AE% fue en promedio mayor ( $p = 0.05$ ) en las plantas colectadas en el centro de la Argentina que en las colectadas en el norte, correlacionando positivamente con el diámetro de los tricomas, no así con la densidad (tabla 1).



**Figura 2:** Porcentaje de AE (EO%) en función del diámetro de tricomas en hojas de *M. verticillata* proveniente de colecciones de las provincias de: Tucumán (símbolos llenos ■▲●), Córdoba y San Luis (vacíos □△○) en dos situaciones experimentales. Experimento 1: cuadrado superior, hojas de plantas colectadas individualmente en las sierras (■□), donde se observa que el número de tricomas no tuvo diferencias en las colectas pero sí en el experimento (línea verde). Experimento 2: plantas creciendo bajo un mismo ambiente cuyas hojas se separaron en apicales (▲△) y basales (●○). Las hojas apicales con mayor densidad de tricomas y mayor concentración de AE. Líneas continuas = modelo de cada experimento; línea discontinua = modelo general.



Plantas cultivadas en el IRB, Hurlingham: la densidad de tricomas fue mayor ( $p \leq 0.05$ ) en hojas apicales que en basales, indistintamente de la procedencia de la planta. Sin embargo, las plantas de Córdoba presentaron una mayor densidad de tricomas ( $p \leq 0.05$ ) que el genotipo del norte, pero sin diferir entre las dos primeras. El diámetro de tricomas no presentó diferencias entre hojas de diferentes ontogenias. Sin embargo, el diámetro fue mayor en las plantas de Córdoba que en la de Tucumán ( $p \leq 0.05$ ), sin diferir entre las de Córdoba.

**Tabla 1:** Correlación de Pearson: coeficientes\probabilidades para densidad, diámetro medio de tricomas glandulares en hojas de *Minthostachys verticillata* cosechadas *in situ*. Por debajo de la diagonal principal se encuentra el coeficiente, y por encima la probabilidad asociada a la prueba de hipótesis de correlación nula (Manual Infostat, 2012).

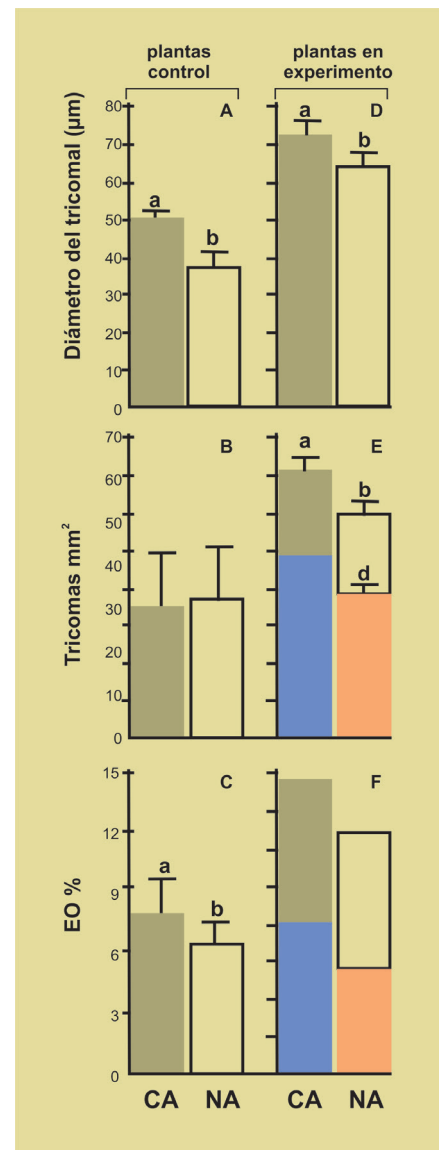
	Diámetro de tric. ( $\mu\text{m}$ )	N.º of trico. $\text{mm}^{-2}$	AE %
Diámetro tricoma ( $\mu\text{m}$ )	<b>1.00</b>	0.78	0.05
N.º de tricomas $\text{.mm}^{-2}$	- 0.07	<b>1.00</b>	0.97
AE %	0.49	0.01	<b>1.00</b>

La concentración de AE, medida como un único valor por tipo de hoja y procedencia, presentó valores superiores en las hojas apicales que en las basales en todas las procedencias. Aunque las plantas procedentes de Córdoba presentaron una mayor concentración que la del norte de Argentina, con concentraciones similares entre las del centro del país (figura 3).

### Discusión y conclusiones

En *Minthostachys verticillata* las diferencias observadas en densidad de tricomas entre las hojas apicales y basales siguen el mismo patrón que el mencionado en la bibliografía para otras especies de la misma familia (Maffei *et al.*, 1986 y 1989; Werker *et al.*, 1985 y 1993, Venkatechalam *et al.*, 1984). La concentración de aceite esencial en hojas apicales es mayor que en las hojas basales porque una gran cantidad de tricomas está contenida en una superficie mucho menor. Esto se debe, en parte, a que al desarrollo de los tricomas está ligado al desarrollo y al crecimiento de la hoja; el número de tricomas no es un carácter predeterminado al momento del nacimiento

**Figura 3:** Medida del diámetro ( $\mu\text{m}$ ), densidad de tricomas n.º de tricomas  $\text{mm}^{-2}$  y contenido de aceite esencial (EO) (%), v/p = volumen peso seco de hojas  $\text{mm}^{-2}$ ) en hojas de *M. verticillata* provenientes de la región centro (CA) y norte de Argentina (NA) pero cultivadas bajo condiciones semicontroladas en Buenos Aires. Altura de la barra = valor medio; línea vertical = desvío estándar de la media. Barra llena = en hojas apicales; barra con líneas = en hojas basales. Test de Tukey; letras diferentes indican diferencias significativas con  $p \leq 0.005$  EO: Aceite esencial.



de la hoja, sino que existiría un número potencial dado por la cantidad de tricomas al comienzo de la aparición de la hoja (la mayor parte de estos), más los que podrían desarrollarse en zonas meristemáticas remanentes hasta la maduración de la hoja donde ya no hay más desarrollo (Tissier, 2012; Gershenson, 1994; McCaskill, *et al.*, 1992; Werker, *et al.*, 1993). Además, variaciones en la cantidad de radiación, en el fotoperíodo y en las temperaturas diurnas y nocturnas, también pueden afectar el número, el tamaño y el grado de madurez de estos, pudiendo afectar de esa manera la concentración de esencia en los órganos (Maffei *et al.*, 1986 y 1989; Voirin y Bayet, 1996; Liakoura, *et al.*, 1997; Werker, *et al.*, 1985 y 1993; Turner, *et al.*, 2000; McCaskill, *et al.*, 1992 y 2000, Croteau, *et al.*, 2005; Ríos Estepa, *et al.*, 2008 y 2010).

Los diámetros semejantes en hojas apicales y basales indicarían que los aceites esenciales son sintetizados y almacenados en los tricomas en forma temprana (Turner *et al.*, 2000).

La mayor densidad de tricomas en los genotipos del centro del país se podría deber tanto a una mayor producción de tricomas en las plantas más australes, como a una mayor expansión foliar en las plantas del norte de Argentina (Ojeda, 2004). Estas diferencias en densidad de tricomas no fueron observadas en plantas colectadas *in situ*, donde situaciones de estrés generales y particulares de cada microambiente podrían haber afectado de forma diferencial a los componentes del rendimiento y generado una mayor variabilidad en la densidad de estos. Sin embargo, incluso en esta situación de ambiente natural (y posiblemente de elevado estrés) donde la variabilidad en la densidad de los tricomas fue muy alta, los genotipos más australes mantuvieron mayores rendimientos en AE, correspondiéndose en este caso con un mayor diámetro medio de los tricomas. Al comparar las observaciones en plantas silvestres vs. las cultivadas se observa: a) una menor dispersión en la densidad de los tricomas, atribuible a la mayor homogeneidad en las condiciones ambientales y genéticas; y b) un aumento en el diámetro de los tricomas, posiblemente por una mejora en la oferta de recursos.

El menor tamaño de los tricomas de las plantas de la zona más húmeda tendría sentido en términos ecológicos ya que estas plantas se encuentran en una zona de mayor oferta de recursos, más diversa y de menor radiación global. En esta región se encuentran los AE de *Minthostachys verticillata* con mayor diversidad de compuestos (Zigadlo, 1996, Ojeda, 2004, Elechosa 2005 y 2009). La mayor densidad de tricomas en las hojas apicales se corresponde con su mayor concentración en AE y con el hecho de ser las hojas con mayores concentraciones de defensas químicas antiherviboria (Herms y Matson, 1992), como AE e inhibidores de proteasas (Zabala *et al.*, 2013). El crecimiento posterior de las hojas dado principalmente por elongación celular (Werker, 2003) diluye la relación entre el número de tricomas y la superficie foliar (densidad de tricomas) y el ambiente puede afectar el número de tricomas a través de su efecto en las células meristemáticas remanentes que permanecen en ese estado o son estimuladas para transformarse en tricomas (Werker, 2003). Eso podría explicar que no se encontraran en este trabajo diferencias en número de tricomas en las plantas colectadas en las dos regiones, pero sí en el ensayo en el mismo ambiente.

Si tanto el tamaño como la cantidad de tricomas glandulares tienen cierto control genético, parece probable, de acuerdo a nuestros resultados, que en *Minthostachys verticillata* el tamaño de tricomas tenga un control genético más estricto que el número de tricomas. Esto le permitiría a la planta rápidos ajustes ante situaciones de estrés en tiempos de su ciclo de crecimiento y desarrollo, como observaron Ríos-Estepa, *et al.* (2010) en ensayos en ambiente controlado al someter a plantas de *Mentha x piperita* a diversas situaciones de estrés ambiental.

Esta primera aproximación al análisis de los tricomas glandulares y su relación con el rendimiento de AE en *Minthostachys verticillata*, sugiere la posibilidad, no solo, de seleccionar genotipos en forma temprana sobre estas características, sino también la de desarrollar prácticas de manejo que potencien estos caracteres para aumentar los rendimientos en aceites esenciales.



## Bibliografía

- ARTEAGA, M.; COLLADO, C.; GIL, A. 2013. Caracterización inter e intrapoblacional de peperina en contenido de aceite esencial en el área de dispersión natural como base para el mejoramiento genético de la especie. XI Simposio Argentino, XIV Simposio Latinoamericano de Farmacobotánica y I Congreso Latinoamericano de Plantas Medicinales. 20-22 de noviembre de 2013. Rosario, Santa Fe, Argentina.
- COLSON, M.; PUPIER, R.; PERRIN, A. 1993. Étude biomathématique du nombre de glandes pelées des feuilles de menta × piperita. *Can J. Bot.* 1993;71:1202–1211.
- CROTEAU, R.; DAVIS, E.M.; RINGER, K.L.; WILDUNG, M. 2005. Menthol biosynthesis and molecular genetics. *Naturwissenschaften* 92(12), 562-577. <http://dx.doi.org/10.1007/s00114-005-0055-0>.
- DI RIENZO, J.A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M.G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDÓ, C.W. 2012. InfoStat version 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. (Disponible: <http://www.infostat.com.ar/>)(Dic.2016)
- ELECHOSA, M.A. 2009. Familia Lamiaceae. En: ELECHOSA, M.A., Ed. Manual de recolección sustentable de plantas aromáticas nativas de la región central y noroeste de la Argentina. p. 14.
- ELECHOSA, M.A.; MOLINA, A.; JUÁREZ, M.A.; VAN BAREN, C.; DI LEO LIRA, P.; BANDONI, A.L. 2007. Estudio comparativo del aceite esencial de *Minthostachys mollis* (Kunth.) Griseb. “peperina” obtenido de colectas en 21 poblaciones de las provincias de Tucumán, Córdoba, San Luis y Catamarca. *Boletín latinoamericano y del Caribe de plantas medicinales y aromáticas*, vol. 6, núm. 5, 2007. pp. 244-245
- GERSHENZON, J. 1994. Metabolic costs of terpenoid accumulation in higher plants. *Journal of Chemical Ecology* 20 (6), 1281-1328.
- HERMS, D.A.; MATTSON, W.J. 1992. The dilemma of plants: to grow or defend. *Quarterly Review of Biology* 67:283-335.
- LIAKOURA, V.; STEFANO, M.; MANETAS, Y.; CHOLEVAS, C.; KARABOURNIOTIS, G. 1997. Trichome density and its UV-B protective potential are affected by shading and leaf position on the canopy. *Environmental and Experimental Botany* 38(3), 223-229. [http://dx.doi.org/10.1016/S0098-8472\(97\)00005-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0098-8472(97)00005-1).
- MAFFEI, M.; GALLINO, M.; SACCO, T. 1986. Glandular trichomes and essential oils of developing leaves in *Mentha viridis lavanduliodora*. *Planta Medica* 52(3), 187-193.
- MAFFEI, M.; CHIALVA, F.E.; SACCO, T. 1989. Glandular trichomes and essential oils in developing peppermint leaves. I. Variation of peltate trichome number and terpene distribution within leaves. *New Phytologist* 111(4), 707-716.
- MCCASKILL, D.; GERSHENSON, J.; CROTEAU, R. 1992. Morphology and monoterpene biosynthetic capabilities of secretory cell clusters isolated from glandular trichomes of peppermint (*Mentha piperita* L.). *Planta* 187(4), 445-454.
- NAWAB, N.N.; SHAKIL, Q.; NIAZ, S.; IQBAL, M.M.; ASIF, M.A.; KHAN, I.A. 2011. Genetics of trichomes and its association with fibre and agronomic traits in cotton. *African Journal of Biotechnology* 10(20), 3964-3972.
- OJEDA, M. 2004. Caracterización de poblaciones y avances en la domesticación de peperina (*Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb.). PhD thesis, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, 28-31.
- RÍOS-ESTEPA, R.; LANGE, I.; LEE, J.M.; LANGE, M. 2010. Mathematical modeling-guided evaluation of biochemical, developmental, environmental, and genotypic determinants of essential oil composition and yield in peppermint leaves. *Plant Physiology* 152(4), 2105-2119. pp. 109-152256. <http://dx.doi.org/10.1104%2Fpp.109.152256>.
- SCHILMILLER, L.A.; LAST, R.L.; PICHERSKY, E. 2008. Harnessing plant trichome biochemistry for the production of useful compounds. *The Plant Journal* 54(4), 702-711.

- SCHWAB, B.; FOLKERS, U.; ILGENFRITZ, H.; HÜLSKAMP, M. 2000. Trichome morphogenesis in Arabidopsis. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 355(1399), 879-883. <http://dx.doi.org/10.1098%2Frstb.2000.0623>.
- TISSIER, A. 2012. Trichome Specific Expression: Promoters and Their Applications. In: Yelda Özden Çiftçi, Ed. *Transgenic Plants - Advances and Limitations*. pp. 353-379.
- TURNER, G.W.; GERSHENZON, J.; CROTEAU, R. 2000. Distribution of peltate glandular trichomes on developing leaves of peppermint. *Plant Physiology* 124(2), 655- 664.
- VAN BAREN, C.M.; DI LEO LIRA, P.; ELECHOSA, M.A.; MOLINA, A.M.; JUAREZ, M.A.; MARTÍNEZ, A.; PERELMAN, S.; BANDONI, A.L. 2014. New insights into the chemical biodiversity of *Minthostachys mollis* in Argentina. *Biochemical Systematics and Ecology* 57, 374-383. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bse.2014.09.004>.
- VENKATACHALAM, K.V.; KIONAAS, R.; CROTEAU, R. 1984. Development and essential oil content of secretory glands of sage (*Salvia officinalis*). *Plant Physiology* 76(1), 148-150.
- VOIRIN, B.; BAYET, C. 1996. Developmental changes in the monoterpene composition of *Mentha x piperita* leaves from individual peltate trichomes. *Phytochemistry* 43(3), 573-580. [http://dx.doi.org/10.1016/0031-9422\(96\)00285-3](http://dx.doi.org/10.1016/0031-9422(96)00285-3).
- WERKER, E.; RAVID, U.; PUTIEVSKY, E. 1985. Structure of glandular hairs and identification of the main components of their secreted material in some species of the Labiatae. *Israel Journal of Botany* 34(1), 31-45.
- WERKER, E.; RAVID, U.; PUTIEVSKY, E.; DUDA, N.; KATZIR, I. 1993. Glandular hairs and essential oil developing leaves of *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae). *Annals of Botany* 71(1), 43-50.
- WAGNER, G.; WANG, E.; SHEPHERD, R. 2004. New approaches for studying and exploiting an old protuberance, the plant trichome. *Annals of Botany* 93(1), 3-11.
- WAGNER, G.J. 1991. Secreting glandular trichomes: more than just hairs. *Plant Physiology* 96(3), 675-679.
- ZAVALA, J.A. 2010 Respuestas inmunológicas de las plantas frente al ataque de insectos. *Ciencia Hoy* 20 (117): 52-59.
- ZIGADLO, J.; MAESTRI, D.; LAMARQUE, A.; GUZMÁN, C.; VELASCO-NEGUERUELA, A.; PÉREZ-ALONSO, M.; GARCÍA-VALLEJOS, M.; GROSSO, N. 1996. Essential oil variability of *Minthostachys verticillata*. *Biochemical Systematics and Ecology* 4(24), 319-323. [http://dx.doi.org/10.1016/0305-1978\(96\)00030-0](http://dx.doi.org/10.1016/0305-1978(96)00030-0).



# La biotecnología como herramienta para la conservación y desarrollo de germoplasma aromático-medicinal nativo

Iannicelli, J.<sup>1</sup>; van Baren, C.<sup>2</sup>; Escandón, A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>) Instituto de Genética Ewald A. Favret CICVyA-CNIA-INTA.

<sup>2</sup>) Cátedra de Farmacognosia (FFYB-UBA).

*iannicelli.jesica@inta.gob.ar*

## Introducción

Las plantas aromáticas medicinales (PAM) son aquellas especies vegetales que tienen la capacidad de elaborar metabolitos secundarios (principios activos) farmacológicamente activos, que pueden ser nocivos o beneficiosos para la salud. Dentro de este grupo, las plantas estrictamente aromáticas son aquellas cuyos principios activos son compuestos volátiles (aceites esenciales) que les confieren el aroma que las caracteriza, esta propiedad organoléptica le confiere a las comidas y a las bebidas aromas, colores y sabores diferentes que las hacen más apetitosas, sabrosas y más gratas al olfato, a la vista y al paladar, las convierte en insumos relevantes para la industria alimentaria y licorera.

Muchas de ellas no son producidas, sino que son extraídas de la naturaleza; el aumento de la demanda de estas especies, sobre todo de las industrias productoras de bebidas, tipo amargos serranos y de infusiones, pone a ciertas poblaciones de estas especies en serio riesgo de extinción (Pathak y Abido, 2014).

El valor de las PAM debe ser ponderado desde diferentes criterios, su valor intrínseco como planta, su capacidad de producir metabolitos secundarios, tanto en calidad como cantidad, su posible aprovechamiento en las industrias alimentaria y farmacéutica, la disponibilidad de su germoplasma y sus aplicaciones en la medicina popular. En consecuencia, estas especies vegetales tienen importancia biológica y económica, por sus genes y el producto de estos, a lo que se suma su importancia social por los saberes ancestrales y por ser parte del medio de subsistencia de muchas familias.

Partiendo de la premisa que la mejor forma de conservar y sentar soberanía sobre un recurso genético es profundizar nuestro conocimiento sobre este y propiciar su aprovechamiento sustentable; el grupo de aromáticas del INTA del Instituto de Genética y del Instituto de Recursos Biológicos, situados en Hurlingham, provincia de Buenos Aires, propuso como estrategia, para la preservación del recurso, desarrollar su germoplasma, obtener nuevas variedades a partir del material silvestre mejorando su productividad de metabolitos secundarios y ofrecerlo como alternativa para que sea producido por cultivo en vez de extraerlo de la naturaleza, comenzando por *Lippia integrifolia* (Griseb.) Hier. (Iannicelli, 2016).

El género *Lippia* comprende más de 40 especies que crecen en Bolivia, Paraguay y en la región que se extiende desde el sur de Brasil hasta Uruguay y el centro y noroeste de Argentina. *L. integrifolia* (Gris.) Hier también conocido como “incayuyo” o “té del inca” (figura 1). Crece en el noroeste y centro de la Argentina en las zonas cercanas a los Andes. Es un arbusto aromático 1 m de altura, con tallo de color marrón grisáceo. Las hojas, que son dos por nodo, son de 1,0 a 5,0 cm de largo, de color verde claro, simples, opuestas, lineares y lanceoladas. El diámetro de sus inflorescencias oscila en los 4,0 mm. En Argentina, la floración se produce al principio y al final del verano (<http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/floraargentina/especies>).

El cultivo *in vitro* de tejidos vegetales es quizás la herramienta biotecnológica más utilizada, especialmente para la propagación en gran escala de plantas (Escandón *et al.*, 2010), pero también, ajustando ciertos aspectos del protocolo es posible aplicarla como una herramienta para el mejoramiento vegetal. En efecto, haciendo combinaciones con las hormonas vegetales es posible ge-





**Foto 1.** Planta madre de incayuyo bajo condiciones de invernáculo estándar.

nerar variabilidad genética a través del cultivo de tejidos. Asimismo, es posible amplificar este fenómeno exponiendo los explantos a la acción de agente mutagénico, como la colchicina, que duplican la cantidad de cromosomas (González Roca *et al.*, 2015) y, de esta manera, es posible incrementar las cantidades de metabolitos secundarios por gramo de tejido. (Mishra *et al.*, 2010), centella (Kaensaksiri *et al.*, 2011).

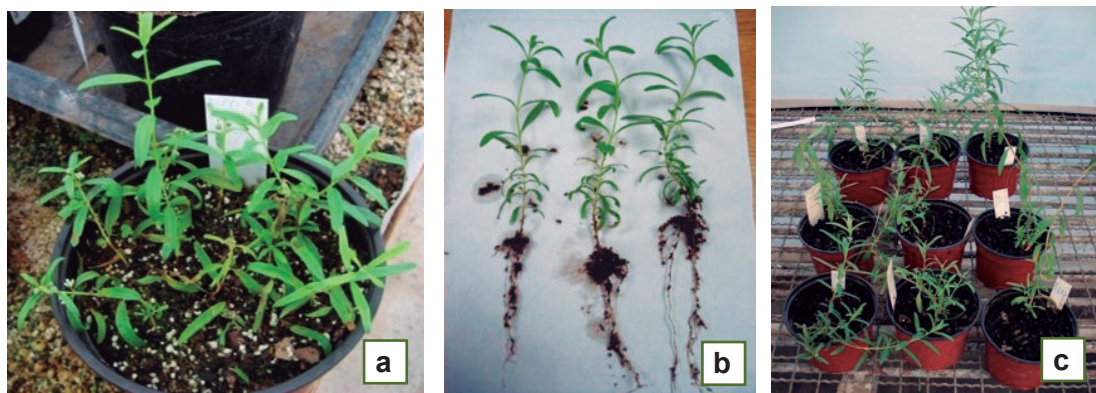
## Experimentación y resultados

Basándonos en esa premisa se propuso a través de la aplicación de colchicina, bajo condiciones de cultivo *in vitro* obtener nuevas variedades de incayuyo, con mayor número de cromosomas, a fin de disponer de una planta con una mayor

capacidad de síntesis de aceites esenciales, con un aroma más intenso que la original.

El primer paso fue seleccionar la planta sobre la cual trabajar, por las características de su aroma, se eligió un espécimen recolectado en la provincia de La Rioja. La planta fue puesta bajo condiciones de invernáculo se la multiplicó por estacas para disponer de la cantidad suficiente de material, y realizaron esquejes con tallos no leñosos tratados con ácido Indol butírico (2.500 ppm) y puestas en macetas 12 cm en cámara húmeda (figura 2). Una vez enraizadas y transferidas a invernáculo estándar, las plantitas fueron tratadas con agentes antifúngicos en función de obtener un estado sanitario adecuado para el establecimiento de su cultivo *in vitro*.

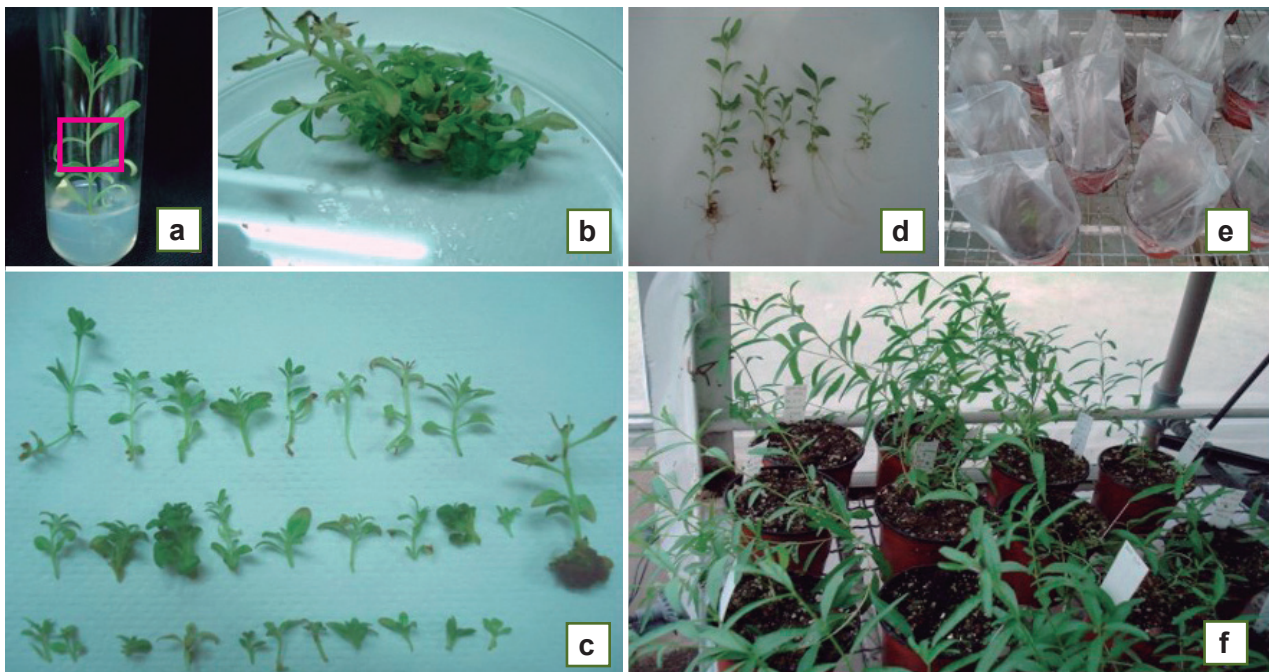
Si bien incayuyo no presentó problemas para su multiplicación por estacas, enraizaron el 100 % de las estacas tratadas, en función de incrementar su tasa de multiplicación y favorecer la aparición de poliploides se ajustó su propagación *in vitro*.



**Figura 2.** Enraizamiento de estacas del genotipo seleccionado de *L. integrifolia* para introducir a cultivo *in vitro*. a) Estacas iniciales. b) Estacas enraizadas al cabo de 30 días. c) Estacas desarrollando en invernáculo estándar. (Tomado de Iannicelli, J. Tesis doctoral).



Con el objetivo de establecer el cultivo se tomaron brotes jóvenes de las plantas mantenidas (y tratadas con antifúngico) en invernáculo, el material tomado se desinfectó superficialmente con el método etanol (70 %), detergente (0,001 % V/V) y lavandina (5,5 % de cloro activo) y agitación suave y constante durante 10 minutos. Luego de este tratamiento y ya bajo condiciones estériles (en cabina de flujo laminar), fueron enjuagados 5 veces con agua destilada estéril y se cortaron los segmentos nodales (explantos) y se sembró, cada uno, en tubos de cultivo conteniendo 10 ml de medio de cultivo semisólido, suplementado con 20 g/l de sacarosa y libre de hormonas. Se cultivaron en cuarto de cultivo a  $24 \pm 2$  °C y fotoperíodo de 16 horas usando lámparas de bajo consumo. Una vez verificada la no aparición de contaminación y el buen desarrollo de las yemas se procedió a transferir los explantos al mismo medio base, pero suplementado las siguientes concentraciones de la citocinina 6, bencil-amino purina (BAP): 0,0; 2,2; 3,3 y 4,4  $\mu$ M. La figura 3 muestra la secuencia de cultivo, al cabo de 2 subcultivos al mismo tratamiento y dado a que no se detectaron diferencias significativas en las tasas de multiplicación observadas para los medios conteniendo BAP, se optó por el tratamiento conteniendo 2,2  $\mu$ M que mostró una tasa de  $15,6 \pm 8,2$  brotes por explanto. Una vez alcanzado un largo de dos centímetros aproximadamente, todos los brotes regenerados, fueron transferidos al mismo medio, pero con sus sales diluidas a la mitad y suplementado con 0,28  $\mu$ M de AIA para su enraizamiento *in vitro*. El 80 % de los brotes desarrolló raíces adventicias (figura 3d). Estas plántulas, enraizadas y elongadas, fueron transferidas a condiciones *ex vitro* para ser aclimatadas, como se muestra en la figura 3e. Las bolsas de nylon fueron agujereadas cuidadosamente durante 15 días hasta que no fueron capaces de retener la humedad. En ese lapso las plántulas se aclimataron (desarrollaron cutícula y estomas funcionales), por lo que las bolsas de nylon fueron retiradas y las plantas cultivadas en forma estándar en invernáculo (figura 3f) (Iannicelli *et al.*, 2016).

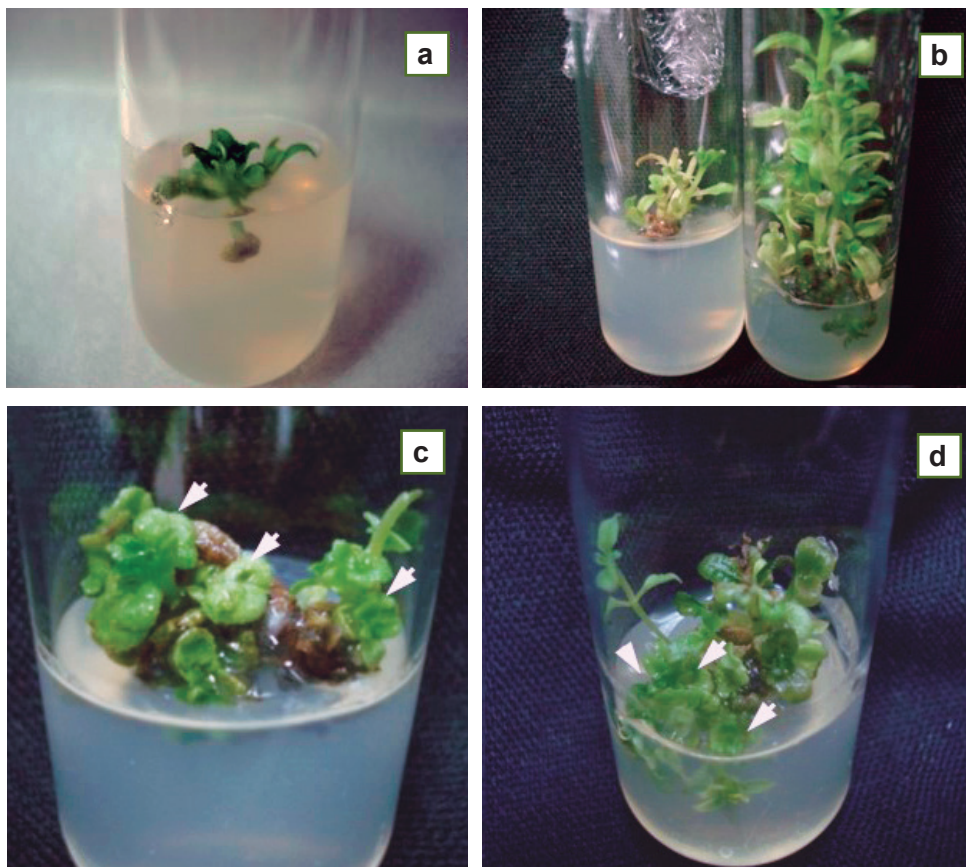


**Figura 3.** Secuencia del cultivo *in vitro* de incayuyo. a) Brote cultivado *in vitro*, el rectángulo rojo define el segmento nodal sembrado como explanto para el ensayo con diferentes concentraciones de BAP. b) Multibrotaciones desarrolladas en los diferentes tratamientos con BAP al cabo de 45 días de cultivo. c) Brotes aislados a partir de un explanto del tratamiento 2,2  $\mu$ M de BAP. d) Brotes enraizados y elongados. e) Plántulas bajo cámara húmeda en proceso de aclimatación. f) Plantas aclimatadas creciendo bajo condiciones de invernáculo. (Tomado de Iannicelli, J. Tesis doctoral).

Una vez establecido un protocolo estándar de multiplicación y, basándonos en trabajos previos del grupo, segmentos nodales precultivados en medio MS con BAP 2,2  $\mu\text{M}$  por 10 días. Transcurrido este tiempo, se transfirieron al mismo medio de multiplicación, pero suplementado con una solución de colchicina 0,01 % (v/v, concentración final en el medio de cultivo, preparada de la misma forma que en el ensayo anterior). El cultivo se llevó a cabo en la oscuridad durante 15 días. Como controles se sembraron explantos en medio de multiplicación BAP 2,2  $\mu\text{M}$  con DMSO al 1 % y en medio de multiplicación BAP 2,2  $\mu\text{M}$  sin otro agregado (sin tratar) tanto en luz y en oscuridad. Luego de 15 días los explantos fueron subcultivados al mismo medio, pero libre de colchicina. El cultivo se llevó a cabo con un fotoperíodo de 16 h. Los subcultivos se realizaron cada 7 días, durante 7 meses.

Una vez aislados los brotes tratados con colchicina y los controles siguieron por las mismas etapas que el cultivo normal, elongación, enraizamiento y aclimatación.

La figura 4 muestra la evolución de los explantos tratados con colchicina y compara la velocidad de crecimiento *in vitro* entre estos y sus controles sin tratar.



**Figura 4.** Cultivo de explantos de *L. integrifolia* en medio de multiplicación con el agregado de colchicina. a) Explanto inicial. b) Comparación del desarrollo de un explanto tratado con colchicina (izquierda) y un explanto sin tratar (derecha), ambos en medio de multiplicación libre de colchicina, a los 40 días. c) Las flechas señalan brotes incipientes. d) Brotes desarrollados en medio luego del tratamiento con colchicina, tras 60 días de cultivo (Tomado de Iannicelli, J. Tesis doctoral).

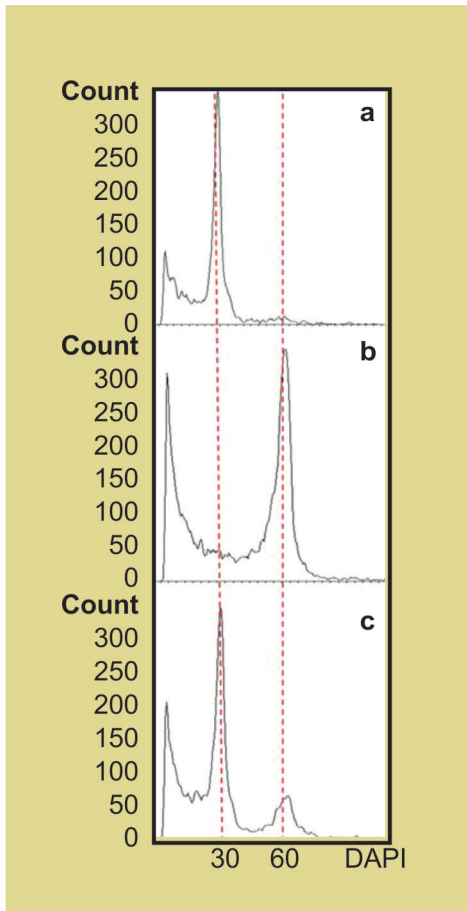
Si bien al principio, bajo condiciones *in vitro*, se observó un retardo en el crecimiento de las posibles tetraploides, una vez aclimatadas y puestas a crecer bajo condiciones de invernáculo no se observaron diferencias en el crecimiento entre diploides y tetraploides.



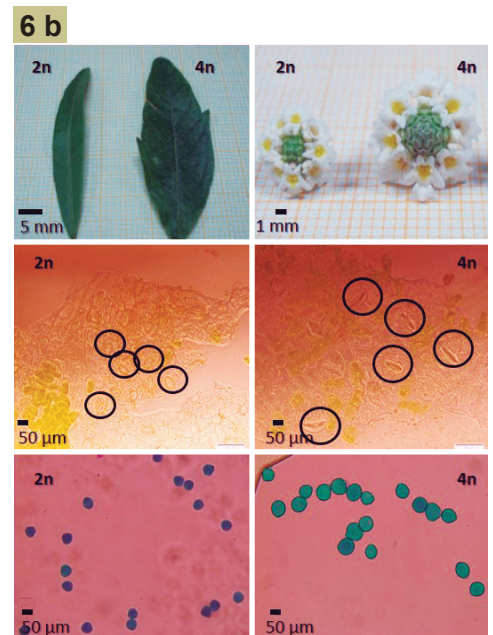
A fin de confirmar los diferentes niveles de ploidía entre las plantas tratadas con colchicina y sus controles, se hicieron mediciones del contenido de ADN en un citómetro de flujo. Los tejidos de la hoja se maceraron en una solución de enzimas que provocan la separación de las células y, por medio de una bomba, la suspensión conteniendo las células es succionada a través de un canal que por sus dimensiones, obliga a las células a alinearse de a una. El principio de esta técnica se basa en teñir el ADN con un colorante fluorescente (DAPI) y medir la cantidad de fluorescencia que emite cada célula cuando un haz de luz incide sobre ellas. La magnitud de la fluorescencia es directamente proporcional al contenido de ADN de cada una (Iannicelli *et al.*, 2016).

A través de esta técnica se pudo determinar entre las plantas *ex vitro* que los controles fueron diploides, que entre los tratados con colchicina había diploides, tetraploides e individuos quimera (con células diploides y tetraploides). La figura 5 muestra ejemplos de algunos de los perfiles obtenidos luego de medir las plantas candidatas y sus controles correspondientes.

Una vez confirmada la existencia de una población de tetraploides entre las plantas *ex vitro* recuperadas del tratamiento con colchicina, se inició la caracterización fenotípica de estos y su comparación con los individuos diploides.



**Figura 5.** Perfiles del contenido de ADN relativo obtenidos por citometría de flujo. a) Planta diploide. b) Planta tetraploide. c) Planta quimera. (Tomado de Iannicelli, J. Tesis doctoral).



**Figura 6.** a) Plantas *ex vitro* desarrollándose bajo condiciones de invernáculo estándar. A la izquierda se observa una tetraploide y a la derecha una planta control. b) Comparación de hojas, inflorescencias, estomas y granos de polen entre diploides y tetraploides. (Tomado de Iannicelli, J. Tesis doctoral).

La figura 6a muestra la diferencia en el porte de la tetraploide (izquierda) y un control diploide (derecha). Estas

diferencias en el aspecto de la plantas se hicieron más notorias cuando se pudieron comparar, en plantas adultas, los tamaños de hojas, flores estomas y granos de polen (figura 6b).

Finalmente se comparó la producción de aceites esenciales entre los individuos diploides y tetraploides. La extracción de aceites esenciales se llevó a cabo por destilación con arrastre de vapor. Si bien se observó variabilidad en la producción de aceites, todos los tetraploides produjeron significativamente más que los diploides. Estos resultados se pueden ver resumidos en la tabla 1.

**Tabla 1.** Diferencias en la producción de aceites entre la planta madre y las diferentes poblaciones de plantas ex vitro recuperadas. PM: planta madre. T: tetraploides. DC: diploides recuperados del tratamiento con colchicina. CB: controles tratados con BAP. C s/B: controles sin BAP. Q: quimeras. (Tomado de Iannicelli, J. Tesis doctoral).

RENDIMIENTOS (%V/P)					
PM	T	DC	CB	C s/B	Q
2,9	3,7	3,0	3,0	3,1	3,3
	4,4	2,9	2,9	2,9	3,0
	4,7	3,1	3,0	3,0	2,9
	3,9	3,0	2,9	2,9	2,9
	3,6	2,1			
	3,5	2,7			
	4,1	3,1			
	3,5	2,9			
	3,6				
	3,6				
	3,9				
	3,7				
	3,9				

Como corolario de este trabajo, el individuo que mostró la mayor capacidad de síntesis de aceite fue inscripto en el INASE como una nueva variedad de incayuyo al que se la denominó: Tawa (significa cuatro en Quechua) INTA, con número de registro: 15679 y fecha de inscripción el 6 de julio de 2015 (figura 7).





**Figura 7.** Aspecto de Tawa-INTA con relación a la planta original (izquierda). Tawa INTA florecida (derecha). (Tomado de Iannicelli, J. Tesis doctoral).

## Conclusiones

Se optimizó un protocolo para la propagación *in vitro* de *L. integrifolia*, a partir del cual fue posible regenerar plántulas tanto por vía directa a través del desarrollo de yemas preexistentes, como por organogénesis indirecta a través del desarrollo de brotes de novo.

El BAP fue la citocinina que permitió obtener la mejor tasa de multiplicación de *L. integrifolia*.

Se desarrolló un protocolo de poliploidización *in vitro* para la obtención de autotetraploides de *L. integrifolia*, a través del uso de colchicina adicionada al medio de multiplicación.

Los autotetraploides desarrollados mostraron fenotipos diferentes a los diploides, incluida la planta madre, con mayores tamaños de hojas, inflorescencias, estomas y granos de polen.

Los rendimientos de aceites esenciales de los autotetraploides fueron superiores al de la planta madre y al resto de los diploides. En cambio, los rendimientos de los diploides fueron similares al de la planta madre.

A partir de la implementación de biotécnicas, fue posible incrementar el valor productivo de esta especie.

Con los ajustes correspondientes, esta estrategia puede ser replicada en otras especies que estén en peligro de extinción o bajo gran demanda comercial.

## Bibliografía

- ESCADÓN, A.S.; MARINANGELLI, P.A.; PÉREZ DE LA TORRE, M. 2010. Avances de la Biotecnología en especies ornamentales. En: Biotecnología y Mejoramiento Vegetal II. Editorial: INTA. Eds.: Echenique, V.; Rubinstein, C.; Hopp, H.E.; Mroginski, L. Parte V, Capítulo 4. pp. 421-435.
- GONZÁLEZ ROCA, L; IANNICELLI, J; COVIELLA, A; BUGALLO, V; BOLOGNA, P; PITTA ÁLVAREZ, S.; ESCADÓN, A. 2015. A protocol for the *in vitro* propagation and polyploidization of an interspecific hybrid of *Glandularia* (*G. peruviana* x *G. scrobiculata*). *Scientia Horticulturae*. 184: 46-54.
- IANNICELLI, J. 2016. Desarrollo de germoplasma nativo de *Lippia integrifolia* (Gris.) Hier. Una especie de importancia aromática y medicinal. Tesis para optar al Título de Doctor de la UBA. Facultad de Farmacia y Bioquímica (FFYB, UBA).

- IANNICELLI, J.; ELECHOSA, M.A.; JUÁREZ, M.A.; MARTÍNEZ, A.; BUGALLO, V.; BANDONI, A.L.; ESCANDÓN, A.S.; VAN BAREN, C.M. 2016. Effect of polyploidization in the production of essential oils in *Lippia integrifolia*. *Industrial Crops and Products*, 81: 20–29.
- IANNICELLI, J.; PÉREZ DE LA TORRE, M.; COVIELLA, A.; DEL VALLE AGUIRRE, E.; ELECHOSA, M.A.; VAN BAREN, C.M.; PACHECO, M.G.; ESCANDÓN, A.S. 2016. *In vitro* propagation of *Lippia integrifolia* (Griseb.) Hier. and detection of genetic instability through ISSR markers of *in vitro*-cultured plants. *Revista de Facultad de Ccas., Agrarias y Forestales (UNLP)* 115 (1): 67-76.
- KAENSAKSIRI, T; SOONTORNCHAINAKSAENG, P; SOONTHORNCHAREONNON, N.; PRATHANTURARUG, S. 2011. *In vitro* induction of polyploidy in *Centella asiatica* (L.) Urban. *PCTOC*. 107:187-194.
- MISHRA, B.K; PATHAK, S.; SHARMA, A.; TRIVEDI, P.K.; SHUKLA, S. 2010. Modulated gene expression in newly synthesized auto-tetraploid of *Papaver somniferum* L. *South African Journal of Botany* 76 (2010) 447–452.
- PATHAK, M.R.; ABIDO, M.S. 2014. The role of Biotechnology in the conservation of biodiversity. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Science*, 2(4):352-363.



# Estudio preliminar de las características fenológicas de *Aloysia polystachya* griseb. & Moldenke

Bálsamo, M.

Estación Experimental Agropecuaria INTA Cerro Azul.

Misiones. Ruta Nac.14 km 1085.

[balsamo.maricel@inta.gob.ar](mailto:balsamo.maricel@inta.gob.ar)

## Introducción

*Aloysia polystachya* (Gris.) Mold. (Verbenaceae) conocido popularmente como burrito es un arbusto de hojas aromáticas que se encuentra ampliamente distribuido en las regiones subtropicales de América del Sur, principalmente en Paraguay y en el norte de Argentina.

En Argentina, se comercializa alrededor del 80 % sin procesamiento, el resto en mezclas; como aceite esencial u oleoresina para la industria de la alimentación, farmacéutica y cosmética (Berardi, 2010). En la industria alimenticia, se encuentra como aditivo de las yerbas compuestas y de las bebidas sin alcohol denominadas “amargos”. Las hojas contienen derivados terpénicos que le confieren a sus infusiones propiedades tónicas, carminativas y digestivas; muy indicadas para dolores de estómago y digestiones lentas (Filipoy, 1994; Martínez Crovetto, 1981; Ratera *et al.* 1980). La creciente demanda de estas y otras especies nativas han establecido un sistema de explotación de tipo extractivo, causando el deterioro de las poblaciones silvestres. Es necesario contar con conocimientos ecológicos que brinden información sobre su comportamiento para un aprovechamiento sustentable. La fenología comprende el estudio de los fenómenos biológicos vinculados a ciertos ritmos periódicos o fases y la relación con el ambiente donde ocurren. En su ciclo ontogénico, los vegetales experimentan cambios visibles o no, que están en estrecha relación con el genotipo, el ambiente en que se desarrollan y la interacción entre estos; el resultado del complejo de interacciones, ocasiona amplias respuestas de los diferentes cultivos y variedades (Mundarain *et al.*, 2005). Estas observaciones son útiles también en el desarrollo y estandarización de técnicas agronómicas.

Los estudios fenológicos de especies aromáticas, y en especial en burrito, son escasos y no se encontraron referencias específicas en bibliografía. Dado la importancia que revierte, el presente trabajo tiene como objetivo investigar el comportamiento del Burrito cultivado en la zona sur de la provincia de Misiones y su correlación con los factores climáticos locales.

## Materiales y métodos

La evaluación fenológica se realizó en las parcelas experimentales de burrito de la EEA INTA Cerro Azul, en Cerro Azul, provincia de Misiones. La posición geográfica y las características edáficas figuran en la tabla 1.

El clima de la provincia es subtropical húmedo, con un régimen pluviométrico isohigro, registrándose en consecuencia sequías o lluvias abundantes, en cualquier mes o estación del año. El mayor promedio mensual de lluvias se registra en octubre y la estación más lluviosa es el verano (Olinuk, 1998). Las variables climáticas están registradas en la tabla 2.

Las plantas fueron monitoreadas semanalmente en forma sistemática, durante un año y etiquetadas aleatoriamente dentro de una parcela de cultivo. Se registraron las siguientes fenofases: presencia de hojas verdes (PHV), floración (FI), caída de hojas (CH), brotación (Br), actividad de yemas (HY). Para la cuantificación de las fenofases descritas, se utilizó el método propuesto por Fournier (1974), que consiste en una escala de intervalos semicuantitativa compuesta por cinco



categorías (0 a 4), siendo: 0 = ausencia de fenofase; 1 = intensidad entre 1 y 25 %; 2 = intensidad entre 26 y 50 %; 3 = intensidad entre 51 e 75 % y 4 = intensidad entre 76 y 100 %. Para todas las fenofases se calculó la frecuencia del evento dado en valores de porcentaje, calculado por medio de la ecuación:

$$Fr = \frac{\sum ni f}{Ni T} .100$$

Donde  $\sum ni f$  es la sumatoria de individuos que alcanzan la fenofase.  $Ni T$ , son los individuos totales de la muestra.

Se realizó el test de correlación de Spearman para verificar la influencia del clima (fotoperíodo, amplitud térmica, temperatura, precipitaciones y humedad relativa) en el comportamiento fenológico observado.

## Resultados y discusión

Las fases fenológicas observadas se distribuyen a lo largo del año, de acuerdo al gráfico 1. La fenofase con mayor estacionalidad es CH que se da en el mes de agosto, donde se registra la menor temperatura media anual y el menor fotoperíodo, a pesar de ello, los resultados del índice de Spearman muestran porcentajes de correlación muy bajos para estos factores. Algunos autores (Borchert *et al.*, 2005; Borchert *et al.*, 2004; Rivera y Borchert, 2001) sugieren que en climas tropicales, sin estación seca definida, existen otros factores como disparadores de los procesos fisiológicos de las plantas. Tales factores deberían contemplar un contexto más amplio como el edáfico y las relaciones bióticas. Asimismo, Aide (1988) considera que las presiones selectivas, tales como herbivoría, predación, competencia, polinizadores y dispersores, deberían incluirse en estudios fenológicos debido a la relación que guardan con los distintos eventos que ocurren en las plantas.

**Tabla 1.** Ubicación geográfica y características edáficas de EEA C. Azul, prov. de Misiones.

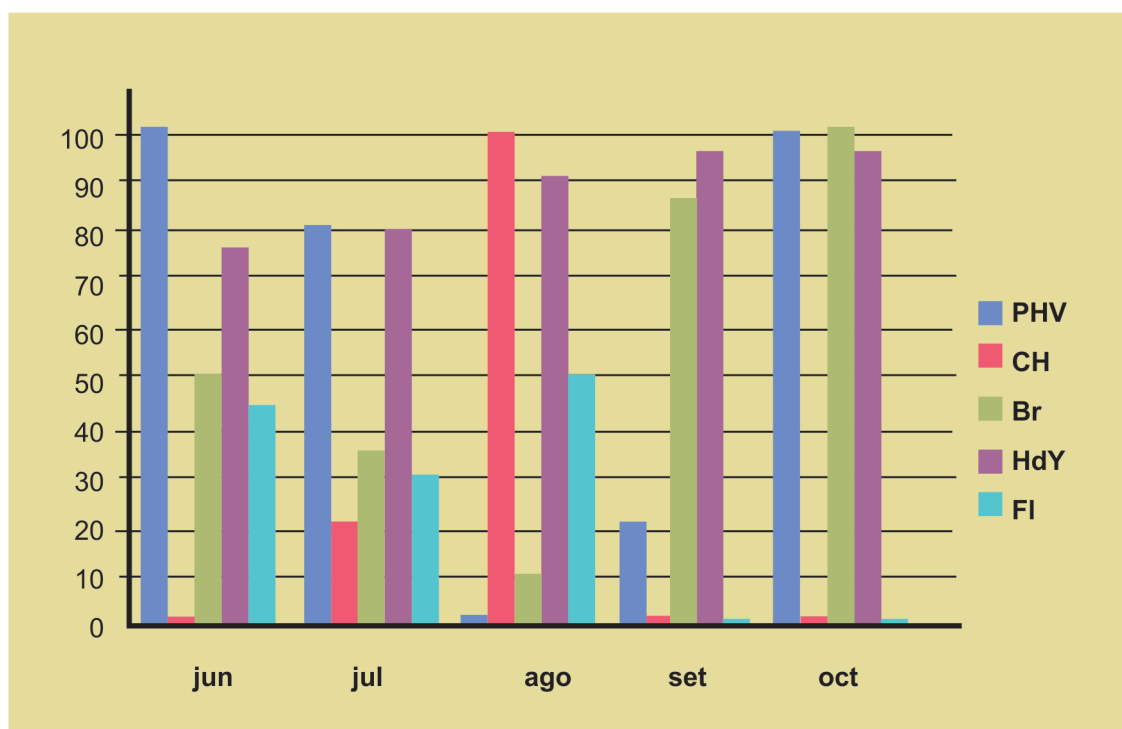
EEA INTA C. Azul	
Latitud	27°39'21"
Longitud	55° 26' 1 4"
m s.n.m	225
Tipo de suelo	Rodudalf típico. Serie africana
Pendiente	Fuertemente ondulado
pH	5.5

**Tabla 2.** Variables Climáticas de la Localidad de C. Azul-Mnes.

MESES	HELIOFANIA	TEMPERATURA	HR	PP
junio	4	15,4	89	304
julio	6,2	15,7	80	298
agosto	7,4	17,9	73	40,3
septiembre	4,6	19,3	83	463,8



**Gráfico 1.** Fases fenológicas a lo largo del año.



El burrito renueva su follaje a partir de septiembre para mantener un ritmo estable durante todo el año. Como es de esperar, la brotación presenta un pico de mayor intensidad luego de la defoliación y una disminución a partir del mes de noviembre llegando a su mínima intensidad en febrero. La actividad de las yemas sigue el mismo patrón a lo largo del año. El índice de Spearman para esta fenofase indica una correlación inversa con el fotoperíodo y no se relaciona con las demás variables climáticas (tabla 3).

**Tabla 3.** Correlación de Spearman (r) entre las fenofases y las variables climáticas.

FENOFASES	VARIABLES CLIMÁTICAS				
	Temperaturas	Precipitaciones	Amplitud térmica	Fotoperíodo	Humedad
CH	-0,4674457	-0,4059802	0,32619	-0,4318281	-0,354399
Br	-0,5034975	-0,011073	-0,4462	-0,6214947	0,3781476
PHV	<b>0,28139457</b>	<b>0,11346606</b>	-0,1089	<b>0,23615058</b>	<b>0,2289098</b>
FI	-0,5372559	-0,4146548	0,12707	-0,4831463	-0,181

La floración muestra dos picos de baja intensidad a lo largo del año y no presenta asociación con los factores ambientales. Dicho evento pareciera ser estimulado por factores propios de la planta. Así, Borchert en 1994 establece que la floración en ambientes cuya estacionalidad climática es poco pronunciada, no está determinada por los factores climáticos, y considera que los patrones de reproducción y crecimiento en dichas especies son establecidos principalmente, por procesos periódicos endógenos y en forma secundaria como adaptación a cambios ambientales.

En este trabajo la estacionalidad fenológica pareciera estar más relacionada con la temperatura y el fotoperíodo, que con las precipitaciones y la humedad (tabla 3).

## Conclusiones

A partir de los resultados del presente estudio se puede concluir que las variaciones en las fenofases del Burrito no son influenciadas por los factores climáticos. Sin embargo la caída de hojas coincide con el mes de menor temperatura y menor fotoperíodo.

La floración presenta dos picos de baja intensidad a lo largo del año, esto es junio-agosto y otro diciembre-enero.

Las demás fenofases se dan en sincronía siguiendo el mismo patrón a lo largo del año.

## Bibliografía

- AIDE, T.M. 1988. La herbivoría como agente selectivo en el momento de la producción de hoja en una comunidad sotobosque tropical. *Nature* 336, 574-575.
- BERARDI, A.B. 2012. Etnofarmacología gastrointestinal de plantas medicinales argentinas del género *Aloysia*, familia verbenaceae : mecanismos de acción y relación con los principios activos. 1.a ed. La Plata. Universidad Nacional de La Plata, E-Book. ISBN 978-950-34-0861-2. 1. Plantas Medicinales. 2. Angiospermas. 3. Tesis I. Título CDD 580.
- BORCHERT, R. 1994. Soil and stem water storage determine phenology and distribution of tropical dry forest trees. *Ecology*. 75: 1437-1449.
- BORCHERT, R.; MEYER, S.; FELGER, R.; PORTER-BOLLAND, L. 2004. Environmental control of flowering periodicity in Costa Rica and Mexican tropical dry forests. *Global Ecol. Biogeogr.* 13: 409-425.
- BORCHERT, R.; RENNER, S.; CALLE, Z.; NAVARRETE, D.; TYE, A.; GAULTER, L.; SPICHIGER, R.; VON HILLDEBRAND, P. 2005. Photoperiodic induction of synchronous flowering near the Equator. *Nature* 433:627-629.
- FILIPOY, A. 1994. Medicinal plants of the Pilaga of Central Chaco. *J. Ethnopharmacol.* 44 (3), 181-193.
- FOURNIER, L.A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas em árboles. *Turrialba*, v. 24, pp. 422-423, 1974.
- MARTINEZ CROVETTO, R. 1981. Plantas utilizadas en medicina en el noroeste de Corrientes. *Fund. Miguel Lillo*. Tucumán, p.139.
- MUNDARAIN, S.; COA, M.; CAÑIZARES, A. 2005. Fenología del crecimiento y desarrollo de plántulas de ají dulce (*Capsicum frutescens* L.). *Revista UDO Agrícola* 5(1): 62-67.
- OLINUK, J.A. 1998. El clima de la localidad de Cerro Azul período 1967-1996. Informe técnico N.º 68. INTA. ISSN 0326-0135. p. 73.
- RATERA, E.L.; RATERA, M.O. 1980. Plantas de la flora argentina empleadas en medicina popular. Editorial Hemisferio Sur, S.A. Argentina. p. 150.
- RIVERA, G.; BORCHERT, R. 2001. Induction of flowering in tropical trees by a 30-min reduction in photoperiod: evidence from field observations and herbarium specimens. *Tree Physiology* 21: 201-212.



# Análisis de la distribución de la diversidad en poblaciones de *Minthostachys verticillata* Epling (Griseb) (Lamiaceae) (peperina) mediante el uso de herramientas informáticas de libre acceso<sup>2</sup>

Bonafede, M.; Marsal, V.; Arteaga, M.  
Instituto de Recursos Biológicos,  
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, CIRN-INTA.  
bonafede.marcos@inta.gob.ar

## Introducción

Peperina es una especie nativa, que se distribuye entre la región central y noroeste de Argentina (Cabrera, 1976; Schmidt-Lebuhn, 2007, 2008). Posee una gran variabilidad fitoquímica, fundamentalmente entre las poblaciones de estas dos regiones (Zigadlo *et al.*, 1996; Bandoni *et al.*, 2002; Ojeda, 2004; Elechosa *et al.*, 2005; Arteaga *et al.*, 2013). Su área de distribución abarca desde bosques húmedos de altura (yungas) en el noroeste hasta zonas semiáridas en el centro del país. Es ampliamente utilizada en medicina tradicional y por las industrias locales en la fabricación de bebidas sin alcohol, diversos téis y en yerbas aromáticas a lo largo de su área natural de dispersión (Martínez y Planchuelo, 2003). A raíz de esto y de otros factores como los cambios en el uso de la tierra, las poblaciones naturales están disminuyendo hasta el punto de estar considerada esta especie en peligro de extinción (Bustos y Bonino, 2005). Si bien existen estudios sobre su variabilidad química es poco lo que se sabe sobre su variabilidad genética.

El perfil químico y su variabilidad están condicionados por el grado de heterogeneidad genética que presenten los individuos que conforman las poblaciones de la especie y por las respuestas plásticas que estas presenten ante cambios en el ambiente (Croteau *et al.*, 2005; Ríos-Esteva *et al.*, 2010).

El estudio de la variabilidad genética mediante marcadores moleculares puede proveer una importante medida de la diferenciación genética de poblaciones que ocupan distintas áreas geográficas y complementar los estudios de los perfiles químicos (Skoula *et al.*, 1999).

Los microsátélites o secuencias simples repetidas (SSR) son regiones de secuencias cortas (dos a diez pares de bases) de ADN repetidas a lo largo de todo el genoma, altamente variables que pueden o no estar asociadas con genes y debido a su alta variabilidad muy útiles para medir polimorfismo (Tanksley, 1993). Estos marcadores deben desarrollarse para cada especie y han sido generados en gran número en la mayoría de las especies cultivadas a pesar de que su desarrollo es muy demandante en tiempo, infraestructura y recursos económicos (Varshney *et al.*, 2005); estos son sus principales limitantes.

Sin embargo en los últimos años se observó un gran incremento en la disponibilidad de datos de secuencias de ADN en una amplia variedad de taxa, incluyendo una abundante cantidad de marcadores de secuencias expresadas (ESTs) disponibles en bases de datos públicas. De este modo el uso de estas bases de datos constituye una alternativa rápida y económica para el desarrollo de SSR mediante el uso de herramientas informáticas (Gupta *et al.*, 2003). La transferibilidad de EST-SSR polimórficos ha sido demostrada en numerosos casos, incluyendo especies aromáticas

---

<sup>2</sup> Esta es una versión resumida y en español de la publicación: Marcos Bonafede, Valeria Marsal, Martín Arteaga. 2014. Diversity distribution analysis in *Minthostachys verticillata* Epling (Griseb) (Lamiaceae) (peperina) populations by EST-SSR markers. J. Bio. & Env. Sci. Vol. 5 (6) pp. 190-199).

y medicinales (Varshney *et al.*, 2005). En estas últimas fueron obtenidos ESTs-SSR del metabolismo secundario, como alcaloides y terpenoides, demostrando el potencial de las herramientas informáticas en el desarrollo de SSR para análisis genéticos en estas especies (Tripathi *et al.*, 2008). En orégano fueron utilizados SSR a partir de base de datos (ESTs) para identificar y caracterizar especies de *Origanum vulgare* y *Origanum majoricum* (Novak *et al.*, 2008). Sin embargo casi no hay antecedentes de transferibilidad de estos marcadores entre especies a nivel de familia. El objetivo de este trabajo fue analizar con esta herramienta la diversidad de esta especie con un número mayor de individuos y entre sus principales áreas de distribución.

## Materiales y métodos

### Colecta de germoplasma y extracción de ADN

Se colectaron 93 plantas en 9 localidades pertenecientes las regiones Centro y Norte de la Argentina que abarcan las provincias de San Luis, Córdoba y Tucumán (tabla 1). Las distancias geográficas comprenden un rango de casi 700 km desde Cortaderas al sur hasta Padre Monti al norte. Para la extracción de ADN se tomaron muestras de hojas jóvenes y se utilizó una modificación al método de CTAB.

**Tabla 1.** Localización geográfica de poblaciones de *M. verticillata* y número de individuos/población (N).

Región	Población	N	Geoposición		Altitud (ms. n. m.)
			Latitud	Longitud	
San Luis	Cortaderas (COR)	22	32 29,169 S	64 58,472 O	1047
	Pasos Malos (PMA)	11	32 19,164 S	64 58,824 O	1094
Córdoba	Hornillos (HOR)	7	34,227 S	64 58,706 O	1084
	Chacras1 (CHA1)	8	32 13,417 S	65 25,769 O	1000
	Chacras2 (CHA2)	8	32 13,549 S	65 00,525 O	941
	Embalse (EMB)	2	32 11,154 S	64 23,368 O	526
	Unquillo (UNQ)	8	31 11,534 S	64 21,767 O	800
	Ongamira (ONG)	10	30 46,013 S	64 27,656 O	1277
Tucumán	Padre Monti (PMO)	17	26 29,377 S	64 59,521 O	982

N= número de individuos analizados. M s. n. m.= metros sobre el nivel del mar.

### Condiciones de PCR y revelado

La amplificación se basó en la técnica de PCR utilizando cebadores diseñados dentro de regiones conservadas flanqueantes a los motivos repetitivos de cada EST.

La reacción de PCR se llevó a cabo en un termociclador MJ Research modelo PT100, en un volumen final de 18 µL.

Los productos de amplificación se corrieron mediante electroforesis en geles desnaturalizantes de poliacrilamida 6 % (p/v) y la visualización se llevó a cabo mediante tinción con plata y revelado con carbonato de sodio.



## Búsqueda e identificación de ESTs conteniendo SSR

La búsqueda ESTs se realizó en la base de datos de TrichOME V3 (<http://www.planttrichome.org/trichomedb/estbyspecies.jsp>). Para la búsqueda de SSR y diseño de los primers flanqueantes se utilizó el software BatchPrimer3 v1.0.

## Análisis de datos

Los cebadores testeados produjeron diferentes patrones de bandas que fueron clasificados como polimórficos, monomórficos (presencia de banda de igual peso molecular en todos los individuos) y no-específicos, cuando el patrón de bandas no era claro en todos los individuos, además de no-reproducibles.

Los datos multilocus fueron transformados en una matriz binaria de presencia (1), ausencia (0) de cada alelo para cada individuo, donde cada banda fue considerada como un locus. A partir de la matriz de datos construida se analizaron parámetros de diversidad genética como porcentaje de polimorfismo (% P), número de alelos diferentes ( $N_a$ ), número efectivo de alelos ( $N_e$ ), índice de Shannon ( $H'$ ) y heterocigosidad esperada ( $H_e$ ). Se realizó además un análisis de varianza molecular (AMOVA), con el objeto de evaluar la estructura de la variación genética observada y la influencia de las poblaciones sobre ella. Se evaluó además las relaciones genéticas entre las poblaciones mediante un análisis de coordenadas principales (PCoA), además del análisis de correlación entre distancia genética de Nei y distancia geográfica (en km) entre poblaciones mediante test de Mantel. Todos estos parámetros fueron analizados mediante el software estadístico GenAIX 6.5. El análisis de agrupamientos se llevó a cabo mediante el método de la media aritmética no-ponderada (UPGMA) utilizando el software POPGENE 1.32. El fenograma fue obtenido mediante una matriz de distancia genética generada a través de 1000 permutaciones.

## Resultados y discusión

De los 20 cebadores utilizados, 5 no presentaron producto de amplificación, 7 resultaron polimórficos y el resto fueron monomórficos o no mostraron reproducibilidad. Se generaron en total 24 alelos. El mayor porcentaje de loci polimórficos correspondió a las localidades de PMO (75 %) y COR (70,83 %). Estas dos localidades mostraron además bandas propias que no se hallaron en las demás poblaciones. Los mayores porcentajes de polimorfismos y de bandas exclusivas observadas en PMO y COR podrían tener relación con el grado de conservación de estos sitios de colecta, debido a una menor presión antropogénica.

Los valores más bajos de  $H'$  y  $H_e$  fueron en EMB con 0,05 y 0,035 respectivamente. Los valores más altos para estos índices fueron para PMO con 0,29 y 0,18 respectivamente. En el rango de estos valores podemos distinguir dos grupos de poblaciones en cuanto a diversidad genética, por un lado las poblaciones de PMA, PMO, ONG con un  $H'$  mayor a 0,21 y otro grupo formado por CHA2, EMB con un  $H'$  menor a 0,1. Para  $H_e$  se agrupan de la misma manera, salvo que en este caso las poblaciones de HOR y UNQ tienen también valores bajos de  $H_e$ , pero un  $H'$  más alto (tabla 2). Los valores bajos de diversidad genética son acorde a lo esperado para el tipo de marcador utilizado (EST-SSR) debido a que se encuentran en secuencias codificantes conservadas. Sin embargo, los valores hallados en nuestro trabajo son concordantes a los hallados por Rodrigues *et al.* (2013) en *Mentha cervina*. Por un lado, los valores más altos de diversidad genética ( $H' = 0,29$ ,  $H_e = 0,18$ , %P= 75 %) mostrado por PMO puede ser explicado por su ubicación en la región de la Yunga, que es un área que presenta una gran biodiversidad. Por otro lado, en el análisis de los valores más bajos de  $H'$ ,  $H_e$  y % P para EMB debe tenerse en cuenta el bajo número de individuos muestreados

debido a estar sujetos a una mayor presión extractiva, favorecida por la menor altitud (526 m s. n. m.) y fácil acceso para los pobladores.

**Tabla 2:** Valores de Medias de parámetros

Población	% P	Na	Ne	I	He
COR	70,83	1,458	1,174	0,201	0,117
HOR	25,00	0,625	1,113	0,118	0,075
CHA1	45,83	1,000	1,147	0,174	0,105
PMA	58,33	1,208	1,188	0,220	0,132
PMO	75,00	1,500	1,289	0,290	0,182
ONG	50,00	1,042	1,210	0,212	0,134
CHA2	20,83	0,500	1,091	0,088	0,056
EMB	8,33	0,333	1,059	0,050	0,035
UNQ	37,50	0,833	1,128	0,143	0,087
<b>TOTAL</b>	<b>43,52</b>	<b>0,944</b>	<b>1,155</b>	<b>0,166</b>	<b>0,102</b>

% P = porcentaje de polimorfismo; Na = N.º de alelos diferentes; Ne = N.º efectivo de alelos; I = Índice de Shannon; He = Heterocigosidad esperada.

Del análisis de la matriz de distancia genética de Nei (tabla 3) se desprende que la mayor distancia genética corresponde a las poblaciones de EMB-PMO (0,1394), más distanciadas geográficamente. La menor distancia genética corresponde a las poblaciones de COR-PMA (0,0065), las más cercanas geográficamente. El test de Mantel entre distancias genéticas y geográficas para todas las poblaciones mostró una correlación positiva y significativa ( $r = 0,65$ ,  $p < 0,05$ ) (figura 1). Del análisis de la similitud genética, surge un gradiente latitudinal en el cual las poblaciones más cercanas geográficamente poseen mayor similitud (figura 4).

El análisis de varianza molecular indica que la variabilidad fue mayor dentro de las poblaciones que entre las mismas (93 % vs. 7 %) (figura 2). La diferenciación total entre poblaciones tuvo un valor  $\Phi_{PT}$  de 0,074 ( $P = 0,010$ ) mostrando una baja diferenciación entre las poblaciones (tabla 4). Estos valores indican que la mayor diversidad genética ocurre dentro de las poblaciones. La distribución de la variabilidad mostrada en el AMOVA es característica de especies que se cruzan a distancia corta. Las especies de este género en general poseen altos porcentajes de alogamia y se polinizan a través de moscas y abejas (Schmidt-Lebuhn *et al.*, 2007).



**Tabla 3:** Identidad genética de Nei (sobre la diagonal) y distancia genética (debajo de la diagonal).

Pobl.	COR	HOR	CHA1	PMA	PMO	ONG	CHA2	EMB	UNQ
COR	****	0,9786	0,9829	0,9936	0,9346	0,9633	0,9887	0,9383	0,9893
HOR	0,0217	****	0,9684	0,9644	0,9069	0,9559	0,9686	0,9596	0,9899
CHA1	0,0172	0,0321	****	0,9863	0,9239	0,9694	0,9852	0,9340	0,9910
PMA	0,0065	0,0363	0,0138	****	0,9339	0,9661	0,9910	0,9274	0,9836
PMO	0,0677	0,0977	0,0792	0,0684	****	0,9644	0,9223	0,8699	0,9278
ONG	0,0373	0,0451	0,0311	0,0345	0,0363	****	0,9621	0,9263	0,9738
CHA2	0,0114	0,0319	0,0149	0,0091	0,0809	0,0386	****	0,9263	0,9876
EMB	0,0637	0,0412	0,0683	0,0754	0,1394	0,0765	0,0765	****	0,9527
UNQ	0,0107	0,0101	0,0090	0,0166	0,0749	0,0265	0,0125	0,0484	****

Pobl.= Población

**Tabla 4:** Resultados de ANOVA para 9 poblaciones de *M. verticillata*.

Fuente	g.l.	Suma C.	C. Medio	Est. Var.	%
Entre Poblac.	8	54,051	6,756	0,300	7%
Dentro Poblac.	84	316,390	3,767	3,767	93%
<b>Total</b>	<b>92</b>	<b>370,441</b>		<b>4,067</b>	<b>100%</b>

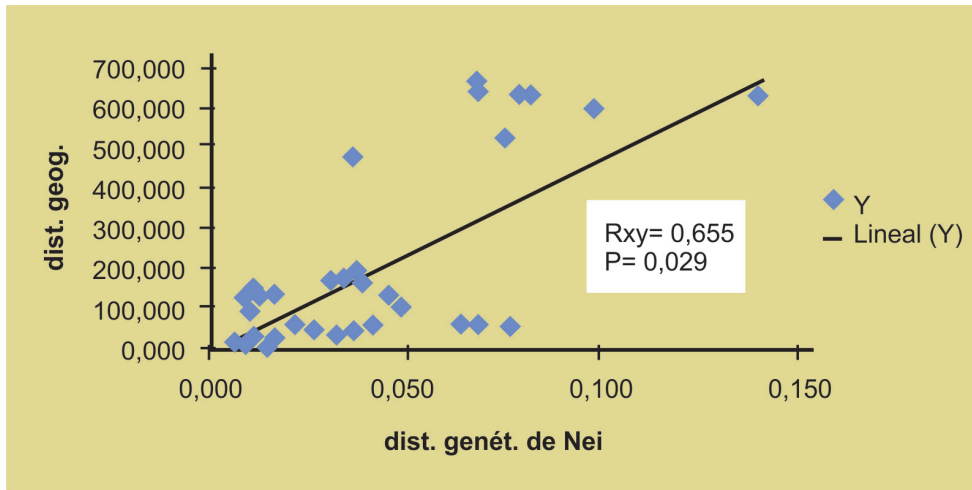
g.l.= grados de libertad

En el análisis multivariado (PCoA) el primero de los ejes explica el 58,88 % de la variación total mientras que el segundo explica el 32,54 % (figura 3). Se puede ver la existencia de tres grupos que siguen un gradiente de distribución geográfico en el sentido norte-sur. PMO y ONG hacia el norte, UNQ, HOR y EMB en el centro y hacia el sur CHA2, PMA y COR.

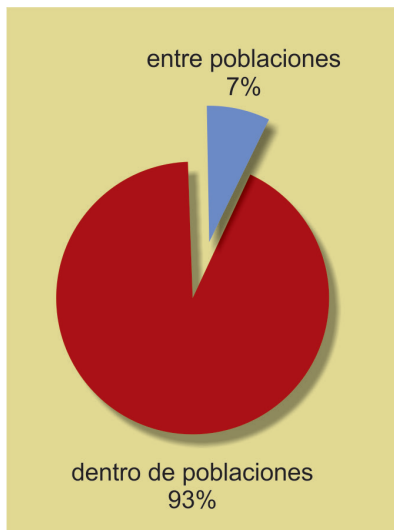
Esto concuerda con lo mostrado en el dendrograma (figura 4) donde las poblaciones de COR, PMA, CHA2, CHA1 y UNQ, más cercanas geográficamente, se agrupan juntas con la menor disimilitud genética entre sí. Por el contrario, la población de PMO en Tucumán es la más alejada geográficamente y en similitud genética. Se observa además, en el dendrograma, que la mayor distancia se da entre las plantas de COR y PMO, los dos extremos en la distribución geográfica. Las localidades de PMA, CHA1 y ONG pertenecen a la región central que abarca las provincias de San Luis y Córdoba, donde se encuentran las peperinas típicas. Estas poblaciones conservan valores altos de I y porcentajes de polimorfismo del orden del 50 %, indicando que existiría diversidad genética a pesar de la gran disminución de las poblaciones naturales.



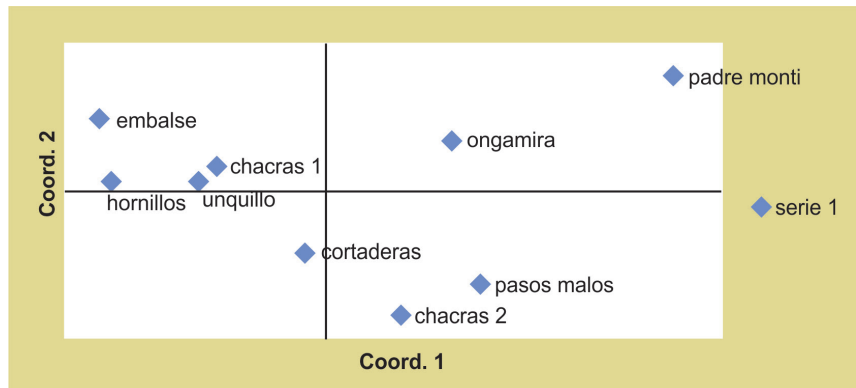
Fitoquímicamente, la mayor variabilidad se da entre poblaciones; la región noroeste es más diversa y la región central, más homogénea. En este sentido, diversos autores (Zigadlo *et al.*, 1996; Ojeda, 2004; Elechosa *et al.*, 2005) reportan como compuestos principales a los terpenos mentona y pulegona para la región central mientras que para la región noroeste citan compuestos más oxigenados como carvona, carvacrol, linalol, entre otros. Los resultados presentados aquí podrían estar indicando que poblaciones de regiones homogéneas desde el punto de vista fitoquímico podrían mantener, a pesar de eso, una variabilidad subyacente.



**Figura 1:** Relación entre distancia genética y geográfica en poblaciones de peperina.

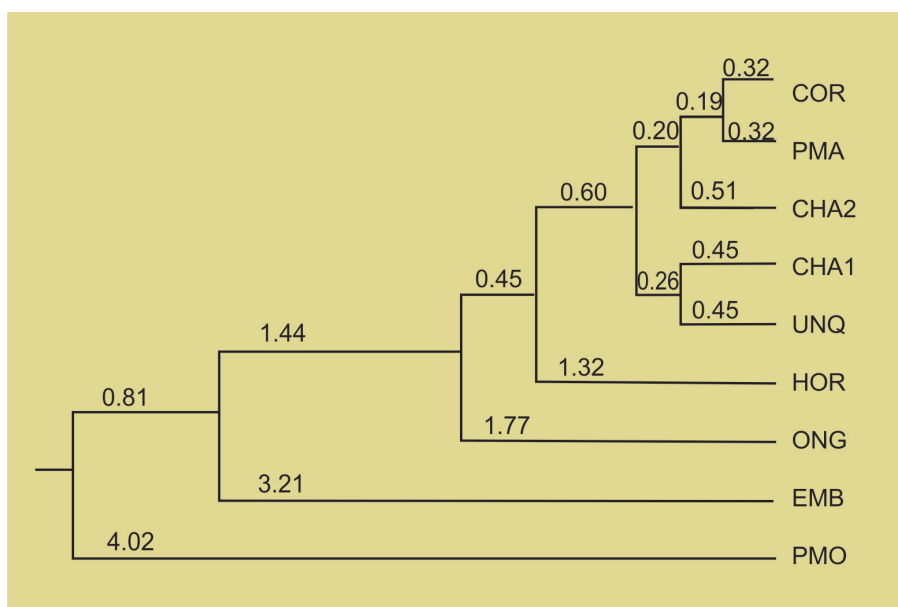


**Figura 2:** Porcentajes de la varianza molecular.



**Figura 3:** Gráfico de coordenadas principales.





**Figura 4:** Dendrograma obtenido mediante el método UPGMA, basado en el índice de distancia de Nei (1972).

**Nota:** Los números sobre los nodos indican valores de bootstrap.

## Conclusiones

Los marcadores microsatélites desarrollados a partir de *Mentha* spp generaron bandas polimórficas en peperina a pesar de tratarse de especies de diferente género. Nuestros resultados muestran que la diversidad genética de *M. verticillata* es alta dentro de poblaciones y baja entre poblaciones. El test de Mantel reveló una correlación positiva y significativa entre distancias genéticas y geográficas. A pesar de ocupar un área amplia de distribución con un gran disturbio antrópico, esta especie todavía mantendría reservas de variabilidad.

La utilización de EST-SSR en especies nativas puede ser una herramienta de gran utilidad para el análisis de poblaciones naturales, como complemento de análisis químicos y en el desarrollo de marcadores asociados a compuestos en especies nativas.

## Bibliografía

- ARTEAGA, M.; COLLADO, C.; GIL, A. 2013. Caracterización inter e intrapoblacional de peperina en contenido de aceite esencial en el área de dispersión natural como base para el mejoramiento genético de la especie. XI Simposio Argentino XIV Simposio Latinoamericano de Farmacobotánica y I Congreso Latinoamericano de Plantas Medicinales. 20-22 de noviembre de 2013. Rosario, Santa Fe, Argentina.
- BANDONI, A.L.; LÓPEZ, M.A.; JUÁREZ, M.A.; ELECHOSA, M.A.; VAN BAREN, C.; DI LEO Lira P. 2002. Seasonal variation in the composition of the essential oil of "peperina" (*Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb.) From a local population of the providence of Córdoba, Argentina. *Essenze Deriv Agrum* 72: 11-14.
- BUSTOS, J.; BONINO, E.E. 2005. Cosecha silvestre de peperina (*Minthostachys mollis*) en Córdoba, Argentina: implicancias socioeconómicas. *Rev Iberoam Econ Ecol* 2: 45-55.
- CABRERA, AL. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Segunda Edición. Tomo I: 18-28. Editorial ACME Buenos Aires.

- CROTEAU, R.B.; DAVIS, E.M.; RINGER, K.L.; WILDUNG, M.R. 2005. Menthol biosynthesis and molecular genetics. *Naturwissenschaften* 92: 562-577.
- ELECHOSA, M.A.; MOLINA, A.M.; SETTEN, L.M.; JUÁREZ, M.A.; VAN BAREN C.M.; DI LEO LIRA, P.; BANDONI, A.L. 2005. Estudio fitoquímico comparativo sobre poblaciones de *Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb., "peperina" de Tucumán, Córdoba y San Luís. *Boletín SAB*. Vol. 40 (supl.) 110-111.
- GUPTA, P.K.; RUSTGI, S.; SHARMA, S.; SINGH, R.; KUMAR, N.; BALYAN, H.S. 2003. Transferable EST-SSR markers for the study of polymorphism and genetic diversity in bread wheat. *Mol Genet Genom* 270: 315-323.
- MARTÍNEZ, G.J.; PLANCHUELO, A.M. 2003. La medicina tradicional de los criollos campesinos de Paravachasca y Calamuchita, Córdoba (Argentina). *Scripta Ethnologica* 25: 83-116.
- NOVAK, J.; LUKAS, B.; BOLZER, K.; GRAUSGRUBER-GRÖGER, S.; DEGENHARDT, J. 2008. Identification and characterization of simple sequence repeat markers from a glandular *Origanum vulgare* expressed sequence tag. *Mol Ecol Resour* 8: 599-601.
- OJEDA, M. 2004. Caracterización de poblaciones y avances en la domesticación de peperina (*Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb.) Tesis Doctoral Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.
- RÍOS-ESTEPA, R.; TURNER, G.W.; LEE, J.M.; CROTEAU, R.B.; LANGE, B.M. 2010. Mathematical modeling-guided evaluation of biochemical, developmental, environmental and genotypic determinants of essential oil composition and yield in peppermint leaves. *Plant Physiol* 152: 2105-2119.
- RODRIGUES, L.; PÓVOA, O.; VAN DEN BERG, C.; FIGUEIREDO, A.C.; MOLDÃO, M.; MONTEIRO, A. 2013. Genetic diversity in *Mentha cervina* based on morphological traits, essential oils profile and ISSRs markers. *Biochem. Syst. Ecol.* 51: 50-59.
- SCHMIDT-LEBUHN, A.N.; SELTMANN, P.; KESSLER, M. 2007. Consequences of the pollination system on genetic structure and patterns of species distribution in the Andean genus *Polylepis* (Rosaceae): a comparative study En: WISSEMANN, V.; CAMPBELL, C.S. (eds.). *Evolution of Rosaceae*. *Pl Syst Evol* 266. pp. 91-103.
- SCHMIDT-LEBUHN, A.N. 2007. Using amplified fragment length polymorphism (AFLP) to unravel species relationships and delimitations in *Minthostachys* (Labiatae). *Bot. J. Linn. Soc.* 153: 9-19.
- SCHMIDT-LEBUHN, A.N. 2008. Ethnobotany, biochemistry and pharmacology of *Minthostachys* (Lamiaceae). *J. Ethnopharmacol.* 118: 343-353.
- SKOULA, M.; IBTISSAM, EL HILALI, MAKRIS, A. 1999. Evaluation of the diversity of *Salvia fruticosa* Mill. Clones using RAPD markers and comparison with the essential oil profiles. *Biochem. Syst. And Ecology* 27: 559-568.
- TANKSLEY, S.D. 1993. Mapping Polygenes. *Annu Rev of Genet* 27: 205-233.
- TRIPATHI, K.P.; ROY, S.; KHAN, F.; SHASANY, A.K.; SHARMA, A.; KHANUJA, S.P.S. 2008. Identification of SSR-ESTs corresponding to alkaloid, phenylpropanoid and terpenoid biosynthesis in MAP's, *Online Journal Bioinformatics* 9: 78-91.
- VARSHNEY, R.K.; GRANER, A.; SORRELLS, M.E. 2005. Genic microsatellite markers in plants: features and applications. *Trends Biotechnol* 23: 48-55.
- ZIGADLO, J.; MAESTRI, D.; LAMARQUE, A.; GUZMÁN, C.; VELASCO-NEGUERUELA, A.; PÉREZ-ALONSO, M.; GARCÍA-VALLEJOS, M.; GROSSO, N. 1996. Essential oil variability of *Minthostachys verticillata*. *Biochem. Syst. Ecol.* (4) N.º 24: 319-323.



# Evaluación de peperina *Minthostachys verticillata* (Griseb.) Epling en parcela de observación en San Luis

Risso, O.A., Galli, M.C.  
EEA INTA San Luis.  
risso.oscar@inta.gob.ar

## Introducción

La peperina (*Minthostachys verticillata* (Griseb.) Epling) es una planta autóctona perteneciente a la familia de las Lamiaceae y se encuentra dentro de un género con gran variabilidad que se extiende a lo largo de la cordillera de los Andes de América del Sur. Es un subarbolito de 0,3 a 2 metros de altura, perenne, con tallos cuadrangulares y ramas ceniciento-pubescentes con pelos simples y glandulares, hojas de 1 a 5 cm de largo redondeadas en la base, ambas caras pubescentes, con pecíolo de 5 a 10 mm de largo. Presenta flores tubifloras blancas, con estambres didínamos, y con ovario súpero. Las flores se disponen en cimas axilares. Florece en verano y se multiplica por semilla y gajo, este último método es relativamente complejo dependiendo del lugar de procedencia de la planta. La especie presenta diferentes quimiotipos documentados, dependiendo de la procedencia geográfica. Tiene alta demanda por la industria alimentaria y desde los años 60 se satisface a través de la cosecha silvestre con fuertes implicancias en la dimensión social, económica y ambiental. Posee un mercado en expansión, pero no es abastecido plenamente debido a la drástica reducción de las poblaciones naturales.

En respuesta a la creciente preocupación por la degradación ecológica de su hábitat y ante la alta prioridad en la conservación de la especie, el INTA implementó propuestas para el desarrollo de su cultivo. Específicamente desde la AER Concarán INTA San Luis se implementaron dos parcelas de observación localizadas en la localidad de Villa Larca y en Concarán.

## Experimentación y resultados

La parcela de observación en la Localidad de Villa Larca de peperina (*Minthostachys verticillata*) fue plantada en diciembre del año 2012 con platinos propagados en INTA-EEA Salta. Los quimiotipos fueron seleccionados por el Proyecto de Caracterización de Poblaciones de Plantas Aromáticas Nativas, selección de quimiotipos y ensayos zonales. Se implantaron inicialmente 4 clones denominados P3, P4, P5 y P6. Los quimiotipos que sobrevivieron a las condiciones del ensayo fueron P3 y P6 (provenientes de poblaciones de la provincia de Tucumán) Se evaluaron un total de 17 plantas por clon selecto. Fueron cosechadas (un solo corte/año) a principios del mes de abril del año 2013. Los resultados promedios de la biomasa fresca fueron similares para ambos quimiotipos: P3: 115,64 g y P6: 106,14 g. Sin embargo, se ha observado una gran variabilidad entre las plantas de cada clon (con un valor mínimo de 20 g por planta a un máximo de 272 g)

Como conclusión de la observación destacamos que no se encontraron diferencias significativas de biomasa fresca entre ambos quimiotipos (p-valor 0,7139). La tasa de crecimiento medio diario fue de 0,25 cm por día.

Otra observación importante fue la mortandad de plantas adultas producidas por un hongo, *Colletotrichum* sp. cuya determinación fue hecha por el Laboratorio de Diagnóstico de Enfermedades y Plagas Vegetales en la Universidad Nacional de San Luis (UNSL). Este síntoma de clorosis y marchitamiento fueron observados también en estado de plántula (figura 1).



**Figura 1:** plántula con síntomas.

La parcela de observación en la Agencia de Extensión Rural de Concarán, fue implantada con material de propagación del vivero Fernández de la localidad de Travesía quienes producen plantines de peperina por división de mata. La fecha de plantación fue el 7 de octubre 2013 y la distancia entre plantas fue 40 cm y 70 cm entre surco. Se utilizó protección con media sombra colocada a un metro de altura y se aplicó riego por goteo con cinta, con goteros distanciados a 20 cm.

La cosecha se realizó a los seis meses, el 14 de abril y se practicó un solo corte/año. En total se cosecharon 17 plantas y la biomasa promedio de 110 g por planta. Al igual que en la parcela ubicada en Villa Larca hubo una gran variabilidad entre plantas: el peso mínimo de planta fue de 12 g y el máximo 326 g.

La relación de masa seca/masa fresca fue 0,30. La fracción de tallo fue de 350 g mientras las hojas pesaron 230 g. La relación hoja/tallo fue 0,66.

El rendimiento de aceites esenciales obtenido por hidrodestilación en la Facultad de Turismo y Urbanismo de UNSL fue 4,2 %.

## Discusión

### Aproximación económica del cultivo de peperina

Para implantar una hectárea de peperina es necesario contar con 35.000 plantas considerando un marco de plantación de 70 cm entre hileras y 40 cm entre plantas. Basado en ello y teniendo en cuenta los resultados expuestos en los párrafos anteriores, se obtendría una masa seca equivalente a 1.181 kg (hojas y tallos).

El precio de la peperina a granel según los datos obtenidos por entrevistas a acopiadores y recolectores durante los años 2014/2015 corresponde a \$100 pesos el kg de hoja, seca y \$10 pesos el kilo de tallo.



Con los rendimientos medios calculados es posible obtener un ingreso bruto por hectárea de \$53.300 pesos. Comparando estos valores con otros márgenes de aromáticas cultivadas (por ejemplo, orégano) es significativo y recomendable su potencial adopción.

Sin embargo, para cultivar la peperina se requieren todavía ajustes en las técnicas de manejo del cultivo y en la selección de clones para minimizar el efecto de la variabilidad de la biomasa entre plantas y la mortandad por enfermedad. Su domesticación incluye la persistencia del cultivo mejorando la resistencia al corte y su posterior rebrote; como así también indagar acerca de las enfermedades y plagas que la afectan y su control.

## **Bibliografía**

- OJEDA, M.S. 2004. Caracterización de poblaciones y avances en la domesticación de peperina *Minthostachys mollis* (KUNTH) GRISEB. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNC.
- SCHMIDT-LEBUHN, A.N. 2008. Ethnobotany, biochemistry and pharmacology of *Minthostachys* (Lamiaceae). *Journal of Ethnopharmacology* 118: 343–353.
- VAN BAREN, C.M.; DI LEO LIRA, P.; ELECHOSA, M.A.; MOLINA, A.M.; JUÁREZ, M.A.; MARTÍNEZ, A.; PERELMAN, S.; BANDONI, A.L. 2014. New insights into the chemical biodiversity of *Minthostachys mollis* in Argentina. *Biochemical Systematics and Ecology* 57: 374-383.

# Dinámica de la Cadena de Valor de Especies Aromáticas y Medicinales en la región de las Sierras Pampeanas\*

Galli, M.C.<sup>1</sup>; Risso, O.A.<sup>1</sup>; Manazza, J.F.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INTA San Luis, UNSL<sup>2</sup>. Economía Agroalimentaria,  
Villa Mercedes, Argentina.  
galli.maria@inta.gob.ar

\* En memoria de Manazza, J.F

## Introducción

En los últimos años se ha observado un cambio de paradigma en los estudios de competitividad de empresas y sectores económicos. La unidad de análisis deja de ser la empresa individual, adquiriendo relevancia la Cadena de Valor, enfatizando en su entramado relacional con el contexto y con la dimensión holística los determinantes de la competitividad. En orden al nuevo paradigma de competitividad de Cadena de Valor, las ventajas competitivas se conciben de modo sistémico, y derivan de la formalización de mecanismos de coordinación y organización entre actores (Iglesias, 2003).

El objetivo del trabajo, dentro del marco del Proyecto INTA “Plataformas tecnológicas y comerciales, para Aromáticas Cultivadas Nativas y Medicinales”, propone, a través del paradigma de Cadena de Valor, examinar las condiciones de competitividad de la Cadena de Aromáticas Nativas para la región noreste de la provincia de San Luis y centro oeste de Córdoba, y analizar las oportunidades existentes para productos de calidades diferenciadas y de mayor valor agregado en la cadena.

## Resultados y discusión

Se revelaron distintos sujetos sociales agrarios involucrados y una gran heterogeneidad entre actores de la cadena (tabla 1). A los sujetos tradicionales del sector “acopiadores” y “recolectores” se le suman un tercer tipo de actor en transición que denominamos “acopiador/recolector”.

La infraestructura utilizada por el sector de acopio es muy variable, desde galpones interconectados con 7000 m<sup>2</sup>, a otros de 60 m<sup>2</sup> y pistas a la intemperie, hasta incluso acopiadores precarizados que utilizan silobolsa para proteger los materiales. El sector se destaca por su trayectoria histórica y sociocultural. El 80 % de los entrevistados manifestó que es una actividad “de toda la vida”, exceptuando dos casos con antigüedad menor a 10 años, que reflejan los rasgos de reactivación del sector en este período. Sin embargo, en los últimos 10 años las inversiones del sector no fueron relevantes y hubo dificultades de acceso a fuentes de financiamiento. De las 11 entrevistas realizadas a Acopiadores, solo un caso manifestó haber tomado crédito en los últimos 5 años. Se revela que la mano de obra empleada en la actividad es predominantemente familiar, exceptuando las empresas que procesan yerba y los acopios grandes (>100.000 kg/año) quienes ocupan 7 trabajadores como máximo, entre la categoría de mano de obra familiar y mano de obra contratada.

Existen problemas críticos en la disponibilidad de materia prima para la industria, el mensaje recurrente de las entrevistas “no hay yuyos” está ligado a que “no hay quien los junte” más que a un factor de degradación del recurso. A esto se le suma la estacionalidad de las especies y la depen-



dencia de factores climáticos. Estas situaciones están directamente vinculadas a la estrategia comercial de almacenar un stock de hierbas suficiente para garantizar continuidad y abastecimiento a la industria. Lo que a veces genera mermas o destares de hasta un 20 % en la materia prima. El 100 % de los casos bajo estudio manifestó relaciones comerciales permanentes de abastecimiento. Aunque verticales, se revelan signos de fidelidad y de asimetría de poder entre eslabones. Las relaciones interempresariales –de tipo horizontal– son inexistentes y la información sobre la competencia se adquiere en forma indirecta. No existen comportamientos cartelizados en la política de fijación de precios.

El sector recolección tiene también una dimensión cultural, la principal fuente de conocimiento sobre las especies para recolectar fue transmitida por los padres y los abuelos de los recolectores; exceptuando un caso donde el aprendizaje se obtuvo de libros y acopiadores. Debido a la estacionalidad de las especies y a la pluriactividad que realiza este eslabón, ninguno desarrolla la práctica de recolección como actividad principal. La infraestructura utilizada es escasa y precaria, el 100 % de los casos entrevistados no posee depósitos para guardar las hierbas y elementos para el secado. Solo en un caso el acopio les provee de bolsas de arpillera para guardar el producto recolectado. El producto es vendido a granel, y si bien un caso comercializa en bolsas fraccionadas de 10 g este volumen es prácticamente despreciable (0,05 % del total recolectado). Se reveló que la especialización en el eslabón de la recolección está relacionada con la formalización de relaciones de abastecimiento con acopiadores. El 100 % de los casos estudiados manifestó no participar en asociaciones del sector.

**Tabla 1.** Volumen de producción anual y diversificación por eslabón de la Cadena. Principales especies. Año 2014.

N.º de Casos	N.º de especies	Volumen Total de Producción	Peperina (Menthostachys verticillata)	Poleo (Lippia turbinata)	Usillo (Aloysia gratissima)
		kg	kg	kg	kg
Acopiadores (7)	1 a 300	1.677.000	57.7	35.5	1.000.200
Acopiadores/ Recolectores (3)	10	30.9	2700	2.04	1
Recolectores (4)	6 a 10	17.122	650	600	280

Las potencialidades regionales para el desarrollo de la Cadena derivan de: i) un mercado interno de yerbas compuestas en expansión, con productos locales consolidados y diferenciados; ii) relaciones de abastecimiento a la industria cuyo mercado crece y tracciona; iii) la necesidad de implementar políticas de fomento productivo que permitan revertir el déficit acumulado en los saldos comerciales externos del sector de hierbas. Se evidencia la necesidad de avanzar en el agregado de valor, mejorando las técnicas de producción, almacenaje e industrialización, lo que requiere la instrumentalización de normas de calidad, ausente en el 100 % de los entrevistados. Se revelan problemas críticos en la disponibilidad de materia prima para la industria, producto de la falta de capacidad organizativa y su atomización, a lo que se le suma la falta de mano de obra. Los débiles esquemas de coordinación entre los actores de la cadena, y la ausencia de un adecuado marco institucional constituyen las principales restricciones. Surge como necesidad formalizar esquemas contractuales entre recolectores, acopiadores e industria que permitan alcanzar y redistribuir mayores beneficios económicos derivados de la coordinación en la Cadena. Resultan primordiales



apoyos estratégicos por parte del Estado más centrados en lo institucional, además de los financieros y de la infraestructura. Frente a la ausencia de alternativas de reglamentación de leyes con especificaciones técnicas, las incertidumbres en los marcos regulatorios regionales para la actividad yerbatera y de recolección amenazan la desintegración de la Cadena para estos productos.

## **Bibliografía**

- GHEZAN, G.; IGLESIAS, D.; ACUÑA, A. 2007. Guía metodológica para el estudio de las cadenas agroalimentarias y agroindustriales. INTA PE Economía de las cadenas agroalimentarias y agroindustriales. Documento de trabajo.
- IGLESIAS, D.H. 2003. Cadenas de Valor como estrategia: Las cadenas de valor en el sector agroalimentario. Documento de Trabajo. En Contribuciones a la Economía, revista académica mensual. ISSN 1696-8360. Grupo Eumed.net (SEJ309).



# Avances en el desarrollo de herramientas genómicas en plantas medicinales y aromáticas: Valeriana, Manzanilla y Orégano

Manifesto, M.M.; Arizio, C.A.  
Laboratorio de Marcadores Moleculares,  
Instituto de Recursos Biológicos, CIRN, INTA.  
*manifesto.maria@inta.gob.ar*

## Introducción

Un gran número de especies aromáticas y con potencial medicinal podrían convertirse en cultivos innovadores que aporten a la diversificación de la agricultura. Actualmente la explotación de estas especies se realiza de manera extractiva o bien de aquellas que se cultivan se emplean materiales sin identificación y que provienen de difusión informal. Su naturaleza de propagación agámica y la plasticidad de estas especies favorecen la implantación del cultivo. La falta de una identificación fehaciente puede llevar a resultados decepcionantes al momento de evaluar sus rendimientos (biomasa, aceites esenciales, etc.). Conocer con exactitud y fidelidad la identidad del material vegetal permite asegurar la calidad del producto a consumidores y productores, además de una conservación eficiente.

El desarrollo de herramientas moleculares que permitan la identificación, evaluación de la diversidad y la caracterización de sus principios representan una respuesta a la problemática del manejo de estos recursos, atendiendo los aspectos de sustentabilidad y calidad. En el aspecto de sustentabilidad porque asisten a la conservación y la iniciación de su introducción a cultivo en las especies de explotación extractiva y en cuanto a calidad brindando identificación certera de los materiales y posibilitando su autenticación. A pesar de la importancia de estas especies se evidencia poco desarrollo de las herramientas moleculares específicas como por ejemplo microsatélites o marcadores para genes de rutas metabólicas.

En especies medicinales el empleo de marcadores moleculares ha comenzado a tomar importancia en estudios de diversidad e identificación (Tharachand *et al.*, 2012). Los trabajos existentes utilizan marcadores universales como AFLPs (Yao *et al.*, 2012), RAPDs (Mehrnia *et al.*, 2005), espaciadores intergénicos (internal transcribed spacer 1 ITS1 (Feng *et al.*, 2010) o genes ribosomales (rbcL) (Satya Narayan *et al.*, 2009) mayormente para estudios filogenéticos. Recientemente se publicaron estudios de expresión diferencial de los principios medicinales en distintos estadios del desarrollo en *Angelica sinensis* (Guang Yu *et al.*, 2011). Existen antecedentes del uso AFLPs y cpSSR en *Valeriana wallrothii* Kreyer (Grassi *et al.*, 2004) para estimar el riesgo de erosión genética en respuesta de la presión antrópica y para la evaluación de diversidad (McCauly *et al.*, 1995). Para *Valeriana officinalis* hay depositadas en bases de datos publicas algunas secuencias de sesquiterpenos (Yeo *et al.*, 2013).

La caracterización mediante el uso de estos marcadores en conjunto con los datos morfológicos y los resultados previamente obtenidos en el empleo de técnicas bioquímicas proveen buenos indicadores genéticos y químicos que posibilitan la selección de poblaciones. Sobre esta base se llevó a cabo el desarrollo de herramientas genómicas para su posterior empleo en el desarrollo de marcadores neutros y en el estudio de genes candidatos para tres especies con aplicación fitomedicinal y aromática: valeriana, manzanilla y orégano.

Valeriana: el género *Valeriana* L. incluye cerca de 250 especies presentes en todo el mundo, la región andina de América del Sur es una de las mejores representadas. Sin embargo, no se encuentra en Australia y en las islas del Pacífico. En Argentina habitan especies de las cuales 20 crecen en Patagonia (Kutschker, 2011; Nagahama *et al.*, 2016).

Desde la antigüedad se han utilizado extractos de rizomas y raíces de la especie Euroasiática *V. officinalis* L. que contienen numerosos compuestos que han sido empleados como sedantes y relajantes (Roy 1999). Actualmente, en diferentes países se ha buscado y desarrollado su reemplazo a través de representantes autóctonos. Ejemplos son los implementados en India: *V. wallichii* DC. y en México y Brasil con *V. edulis* Nutt. ex Torr. & A. Gray subsp. *procera* (Kunth) G. F. Mey. y *V. glechomifolia* Mey. respectivamente (Bos *et al.*, 1999; Oliva *et al.*, 2004).

El relevamiento realizado en el Proyecto de evaluación de especies medicinales de la flora argentina para el desarrollo de fitofármacos, que lidera la Dra. Renée Fortunato (IRB), se observó que en la fitomedicina argentina solo hay antecedentes de uso de *V. officinalis* y no de representantes nativos. La evaluación de las especies del norte de la Patagonia se inició basada en el conocimiento florístico de la región (Correa, 1963) y en los registros etnobotánicos de especies/poblaciones utilizadas en medicina popular (Molares y Ladio, 2008; Conticello *et al.*, 1997) De ellas, *V. carnosa* Sm., *V. macrorrhiza* Poepp. ex DC., *V. clarionifolia* Phil. y *V. lapatifolia* Vahl poseen antecedentes de uso como planta medicinal (Conticello *et al.*, 1997; Saggese, 1959; Casaniquela, 1999); *V. carnosa* (nombre vulgar “Ñancolahuén”) es la especie con más antecedentes de uso por los grupos étnicos regionales (considerada una planta mágica y ritual; Estomba *et al.*, 2005).

De esta especie solo se utilizan las raíces y/o rizomas, y la obtención de la materia prima es mediante una práctica extractiva no recomendada, especialmente en grupos como valeriana que forman poblaciones aisladas y poco numerosas. En la actualidad los proveedores de laboratorios y herboristerías recolectan material vegetal de Valeriana a partir de poblaciones silvestres, con la consiguiente pérdida del recurso biológico. El inicio de cultivo representa una solución a la problemática del manejo de estos recursos atendiendo los aspectos de sustentabilidad y calidad.

Sin embargo, la introducción de la especie a cultivo es un proceso largo y es recomendable avanzar paralelamente con la debida caracterización de germoplasma. Para ello se están llevando a cabo colectas de material y ha comenzado con la evaluación de la variabilidad poblacional de Valerianas Patagónicas mediante marcadores AFLP (polimorfismos en la longitud de los fragmentos amplificados) (Nagahama *et al.*, 2014). Este estudio sugiere que la técnica de AFLP representa una herramienta útil para caracterizar poblaciones de *V. carnosa* que permitan diseñar futuras estrategias para su conservación. Bach en su tesis doctoral realizó estudios anatómicos, fitoquímicos y evaluó la actividad antioxidante de dos especies del género valeriana conocidas con el nombre de “ñancolahuén”. Nagahama, de EEA Esquel, está llevando a cabo los ensayos de cultivo a campo. Manzanilla: *Matricaria recutita* (syn. *Matricaria chamomilla*, *Chamomilla recutita* (L.) Rauschert) pertenece al género *Chamomilla* y a la familia de las Asteráceas (Salamon *et al.*, 1992; Newall *et al.*, 1996) es una especie diploide ( $2n = 18$ ) y de naturaleza alógama. Comúnmente denominada manzanilla, es una hierba anual originaria de Europa que se ha dispersado y naturalizado en casi todos los continentes.

Las flores de manzanilla se utilizan en la medicina alternativa como analgésico, antiinflamatorio, propiedades antisépticas y espasmolíticos vulnerario, desodorante, bactericida, antimicrobiano, anticatarrales, carminativo, sedante, (Ferri y Capresi, 1979; Bruni, 1999). Varias aplicaciones de polvo seco para efectos medicinales tales como fiebre, dolor de garganta, dolores y molestias debido al frío, la gripe y las alergias. Se han identificado alrededor de 120 componentes químicos en la manzanilla como metabolitos secundarios incluyendo: sesquiterpenos [(-) -  $\alpha$ - bisabolol, matricin o camazuleno], flavonoides (glucósidos apigenina), poliacetilenos [(Z) -en-nedicycloether], cumarinas (herniarina y umbeliferona), mucilagos, etc. (Schilcher, 1987; Mann y Staba, 1986).

Existe una extensa bibliografía sobre la composición y la cantidad de aceites esenciales y de algunos de ellos ha sido estudiada su herencia (revisado en Das 2014). Actualmente muchos programas de mejoramiento ponen énfasis (Gosztola *et al.*, 2007; Petronhilo *et al.*, 2011) en la producción de plantas con altos niveles de aceites esenciales con una composición química definida.



En cuanto a la evaluación de germoplasma mediante técnicas moleculares existen estudios de diversidad genética utilizando marcadores moleculares RAPDs y AFLPs de poblaciones silvestres y cultivadas de diferentes regiones (Solouki *et al.*, 2008; Pirkhejri *et al.*, 2010; Okon *et al.*, 2011). En cuanto a los estudios genéticos Wagner *et al.* (2005) detectaron marcadores de AFLP asociados con el contenido de alfa-bisabolol. En el aspecto genómico pese al gran conocimiento de los metabolitos secundarios y las rutas de síntesis, pocos son los estudios disponibles sobre las secuencias génicas. Irmisch *et al.* (2012) aislaron la secuencia parcial de cinco genes correspondientes a diferentes terpenos sintetas, enzimas responsables de la síntesis de la estructura de los terpenos. En Argentina la manzanilla ocupa el primer lugar dentro de las exportaciones de productos aromáticos y medicinales. Actualmente la gran mayoría de productores, se encuentra ligado a las empresas deshidratadoras y exportadoras mediante contratos donde el productor pone la tierra, las labores, el control y seguimiento del cultivo y las empresas le proveen de semillas (sin identificación de su identidad) y realizan la cosecha comprando en verde la producción. También es común que estas últimas realicen una parte importante de la producción en campos propios o arrendados para asegurar niveles de producción compatibles con sus acuerdos comerciales de exportación. Si bien en el INASE solo figura una variedad inscrita en el año 1993 (ADZET) por INTA, las empresas tienen sus materiales de diversos orígenes. Contar con la identificación de los materiales que se cultivan en la Argentina, así como conocer su nivel de diversidad genética, permitirá avanzar en el desarrollo de líneas locales. Avanzar también en la identificación de marcadores ligados al contenido de aceites, permitirá trabajar en la obtención de productos con la calidad diferenciada. Orégano: el género *Origanum* es empleado desde la antigüedad por sus propiedades medicinales (estimulantes, diuréticas, estomacales, calmante de la tos y expectorantes) y más recientemente se destaca por sus efectos antiinflamatorios, antioxidantes y antimelanogénicos. *Origanum vulgare* L. se caracteriza por una alta diversidad. Ietswaart (1980) ha determinado seis subespecies basado en características morfológicas. Diferentes estudios han demostrado la existencia de variación entre poblaciones de *O. vulgare* en referencia a sus características morfológicas y fitoquímicas (Chalchat y Pasquier, 1998; D'Antuono *et al.*, 2000). Los recursos genéticos, variabilidad y potencial de esta especie no han sido explotados a pleno por lo que hace necesario tareas de conservación (Putievsky *et al.*, 1997; De Mastro 1997). Actualmente en Argentina, Farias *et al.* (2010) elaboraron una cartilla de 41 descriptores para la caracterización de orégano y se ha comenzado a la creación de un banco de especies aromáticas y medicinales en la provincia de Entre Ríos. También existe una colección in vivo de genotipos de orégano en la Universidad Nacional de Luján y una otra en la Universidad de Córdoba y la EEA Cuyo.

Como antecedentes del uso de marcadores en esta especie pueden citarse los trabajos de Novak *et al.* (2008), que desarrolló 13 SSRs (simple sequence repeats) derivados de ESTs (expressed sequence tags) aislados de glándulas epidérmicas de *O. vulgare* ssp. *Hirtum* y Azizi *et al.* (2009), quienes evaluaron la diversidad genética y lograron la identificación de subespecies mediante AFLPs y SAMPL.

La situación actual en relación con la disponibilidad de material genético local es que existen cuatro variedades con registro en el INASE: "Don Bastias" (2012), Aguanda e Alpa Sumaj (2013) (INTA y la Universidad Nacional de Córdoba) y "Emma INTA" (2016) (Programa Cambio Rural del INTA junto con un grupo de productores del Valle de Traslasierra y la AER INTA Villa Dolores).

El avance en la conformación de bancos de germoplasma con materiales de orégano que se cultivan en la Argentina debe ser acompañado por su caracterización e identificación precisa para una conservación eficiente y potenciar su uso.

El objetivo de este trabajo fue la generación de bibliotecas de expresión para tres especies de interés fitomedicinales y/o aromático, como insumo para el desarrollo de herramientas moleculares que permitan la caracterización y evaluación de germoplasma.

## Materiales y métodos

Se partió de material fresco proveniente de tejido vegetal de distintos órganos según cada especie: raíces de valeriana (recolectadas por Bach y por Nagahama), capítulos florales de manzanilla (de la colección UNLu) y hojas de orégano (de la colección UNLu). El material vegetal fresco fue molido en nitrógeno líquido y el RNA se extrajo mediante el método de Trizol® (Roche).

La construcción de la genoteca y secuenciación se realizó por medio del servicio de Plataforma de Genómica y Bioinformática del Instituto de Agrobiotecnología Rosario (INDEAR) utilizando la tecnología 454 (Roche). Para el ensamblado se utilizó el software Newbler v2.8 assembler, Roche. Para el desarrollo de marcadores moleculares localizados en genes candidatos se exploraron las posibles funciones de los unigenes utilizando el programa Blast2Go (Conesa *et al.*, 2005; <http://www.blast2go.de/>). Se buscó la similitud de secuencias con la base de datos (GenBank) no redundante (nr) de proteínas, y se utilizaron los resultados del análisis de similitud BLASTX para obtener los términos Gene Ontology (GO) (<http://www.geneontology.org/>). Se realizaron las anotaciones Evidence Code (EC) y de Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes (KEGG; <http://www.genome.jp/>). Fueron identificados SNPs y SSR.

## Resultados y discusión

En valeriana se obtuvieron 259.896 secuencias (101.406.630 bp) cuya longitud osciló entre 25 bp y 1.022 bp con un promedio de 390,18 ( $\pm$  176.09 bp). Se identificaron 38.020 transcritos. Mediante el programa MisaSSR fueron detectados 2.216 SSRs (20,1 % di-, 70,8 % tri-, 3,5 % tetra-, 1,6 % penta- y 4,0 % hexa-nucleótidos). La anotación funcional fue del 50 % promedio de las secuencias. Los motivos di- tri- y tetranucleótidos presentaron secuencias predominantes, no así los penta- ni los hexanucleótidos (Manifesto *et al.*, 2014). Se diseñaron 60 pares de cebadores para la evaluación de microsatélites (SSR).

En manzanilla se realizó la lectura de 271.239 secuencias (106.825.902 bp) con una longitud que osciló entre 24 bp y 1.308 bp con un promedio de 396.37 bp  $\pm$  (183.73 bp). Se obtuvieron 40.660 transcritos. Se identificaron 1.160 SSRs mediante el programa MisaSSR los cuales correspondieron 3,45 % di-, 91,55 % tri-, 1,98 % tetra-, 0,69 % penta- y 2,33 % hexa-nucleótidos. Se anotaron funcional y estructuralmente utilizando Blast2GO el 64,3 % de las secuencias. Fueron diseñados 17 cebadores de SSR a partir de secuencias anotadas funcionalmente en un trabajo conjunto con la UNLu.

En orégano se obtuvieron 204.574 secuencias (71.927.710 bp). Estas corresponden a 44.223

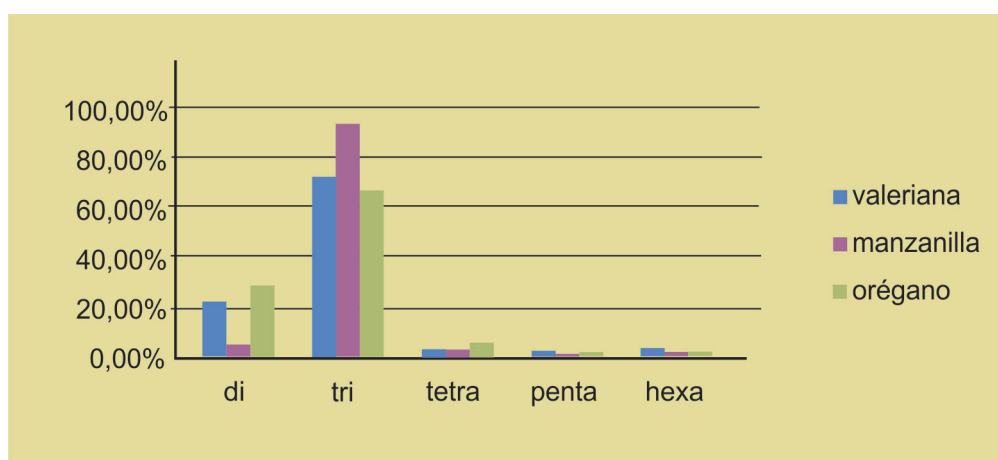


Figura 1: frecuencia del número de repetición de microsatélite por especie.



transcriptos. El análisis funcional y estructural a cargo del Instituto de Biotecnología del INTA (Bioinformática) permitió anotar un 70 % de las secuencias, de las cuales 3096 fueron asignadas a la categoría “respuesta a estímulo abiótico” y otras 1348 a “respuesta a estímulos bióticos”. También se detectaron 5.827 SNP 1.421 SSR. Como se espera para regiones que se expresan, el tipo de microsatélite más frecuente corresponde a la repetición de tres pares de bases (tri- 64,6 %) mientras que con menores frecuencias se detectaron los motivos di-(26,9 %), tetra-(4 %), penta-(2,2 %) y hexanucleótidos (2,3 %) (Arizio *et al.*, 2014). En esta especie, se ha avanzado en el desarrollo y puesta a punto de 100 marcadores SSR en un trabajo conjunto con la Universidad Nacional de Luján.

En la figura 1 se muestra la frecuencia de repetición de microsatélite por especie.

## Conclusiones

La estrategia de trabajo seguida permitió la obtención de un gran volumen de datos de amplia utilidad.

A partir de la comparación de los transcriptos obtenidos con bases de datos es posible obtener su identidad por homología a otras secuencias ya conocidas, asignarles una potencial función, localización celular y además predecir la proteína y la ruta metabólica en la cual está involucrada. Mediante programas específicos se detectaron de secuencias repetidas en tándem (SSR o microsatélites) y variaciones de una base (SNPs) y se avanzó en el diseño de cebadores específicos. Los SSR que se desarrollan a partir de las genotecas de expresión tienen una alta posibilidad de ser transferidos a otras especies del género por tratarse de regiones altamente conservadas, lo que permitiría ampliar su uso hacia especies que aún no cuentan con herramientas de identificación molecular. Además contar con una genoteca de expresión nos permite acceder a la secuencia de genes relacionados con caracteres de interés agronómico y en rutas de síntesis de metabolitos secundarios, los cuales son particularmente importantes en estas especies.

En el caso de especies como manzanilla y orégano que ya se encuentran en cultivo, el desarrollo de las herramientas genómica permitirá avanzar en la identificación de los materiales conservados en las colecciones de trabajo de las Universidades o del INTA, atento a las necesidades de consumidores y productores. Contar con un banco de germoplasma de dichas especies resulta central para dar comienzo a un programa integral, que abarque la conservación la caracterización morfológica, fenológica, bioquímica y molecular. La creación de una colección o banco es un proceso dinámico que implica la recolección e ingreso de nuevas variantes. Para asegurar que realmente sean novedosos y hacer eficiente la conservación debemos asegurarnos su identidad para la incorporación de estos. Muchas veces materiales idénticos son denominados con diferentes nombres comunes y viceversa. Para que esta conservación sea racional en términos de los recursos y esfuerzos que demanda, la identificación de los materiales es una actividad primordial. En el caso de especies como valeriana, cuya explotación es de tipo extractivo, la introducción a cultivo es una alternativa de uso sustentable del recurso biológico. Este es un proceso largo que debe acompañarse con una adecuada caracterización de las poblaciones naturales.

La caracterización mediante el uso de estos marcadores en conjunto con los datos morfológicos y los resultados previamente obtenidos en el empleo de técnicas bioquímicas proveerán indicadores genéticos y químicos que posibilitarán la selección de poblaciones en futuros estudios.

La base de datos obtenida de los transcriptomas aporta herramientas para el estudio de la genómica y la genética de cada especie.

## Financiamiento

Proyecto Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial. Participativo y Federal (2010-2016) por el Proyecto de Investigación: Complejo Cultivos Aromáticos y Medicinales. Caracterización agromorfológica, fenológica, molecular y química, de especies aromáticas y medicinales seleccionadas. Universidad Nacional de Luján – Minagri – INTA.

PNHFA116094 Plataformas Tecnológicas y Comerciales de Aromáticas Nativas y Medicinales. INTA.

PNBIO1131044 Genómica Aplicada a Estudios de Ecología y Diversidad Genética. INTA.

## Bibliografía

ARIZIO C.M.; MANIFESTO M.M; FERNANDEZ P.; RIVAROLA M.; GONZALEZ S.; CURIONI A.O. 2014. Desarrollo de marcadores moleculares EST-SSR para Orégano. Revista Horticultura Argentina 33(82): Sep.-Dic.

AZIZI A.; WAGNER C.; HONERMEIER B.; FRIEDT W. 2009. Intraspecific diversity and relationship between subspecies of *Origanum vulgare* revealed by comparative AFLP and SAMPL marker analysis. *Plant Systematics and Evolution* 281(1):151-160.

BOS R.; WOERDENBAG H.J.; HENDRIKS H.; SMIT H.F.; WIKSTRÖM H.V.; SCHEFFER J.J.C. 1997. Composition of the Essential Oil from Roots and Rhizomes of *Valeriana wallichii* DC. *Flavour and Fragrance. Journal* 12 (2): 123-131.

BRUNI A. 1999. *Farmacognosia General e Applicata*. 1.a Ed., Piccin, Padova, p. 419.

CASAMIQUELA R.M. 1999. Proyecto Etnobotánico de la Patagonia. Primer Informe. E. Suárez, R. H. Fortunato (Eds.) Aspectos Técnicos, Culturales, Políticos y Legales de la Bioprospección en Argentina: 91-134. INTA-CENPAT (CONICET)

CHALCHAT J.C.; PASQUIER B.J. 1998 Morphological and Chemical Studies of *Origanum* Clones: *Origanum vulgare* L. ssp. *vulgare*. *Journal of Essential Oil Research* 10(2):119-125.

CIRCELLA G.; DE MASTRO G.; D'ANDREA L.; NANO G.M. 1993. Comparison of chamomile biotypes (*Chamomilla recutita* (L.) RAUSCHERT). *Acta Hort.*, 330: 211-212.

CONESA A.; GÖTZ S.; GARCÍA-GÓMEZ J.M.; TEROL J.; TALÓN M.; ROBLES M.; 2005. Blast-2GO: a universal tool for annotation, visualization and analysis in functional genomics research. *Bioinformatics* (2005) 21 (18): 3674-3676.

CONTICELLO L.; GANDULLO R.; BUSTAMANTE A.; TARTAGLIA C. 1997. El uso de las plantas medicinales por la comunidad mapuche. *Parodiana* 10 (1-2): 165-180.

CORREA N.M. 1963-1999. Flora Patagónica. *Cient. Inst. Nac. Tecnol. Agropecu.* 8 (1): p. 391; 8 (2): p. 219; 8 (3): p. 563; 8 (4a): p. 559; 8 (4b): p. 309; 8 (5): p. 381; 8 (6): p. 536; 8 (7): p. 451

D'ANTUONO L.; GALLETI G.; BOCCHINI P. 2000. Variability of Essential Oil Content and Composition of *Origanum vulgare* L. Populations from a North Mediterranean Area (Liguria Region, Northern Italy) *Ann. Bot.* 86, 471–478.

DAS M, 2014 *Chamomile: Medicinal, Biochemical, and Agricultural Aspects (Traditional Herbal Medicines for Modern Times)* (1st Edition; July 14) by CRC Press Reference - 316 Pages - 32 B/W ISBN-13: 978-1466577596 Illustrations - CAT# K16799. Series: Traditional Herbal Medicines for Modern Times (Book 13).

DE MASTRO G., RUTA C., MARZI V., 2004. Agronomic and Technological Assessment of *Oregano* (*Origanum vulgare* ssp.) Biotypes *Acta Hort.* 629, 355–363

ESTOMBA D.; LADIO A.; LOZADA, M. 2005. PLANTAS MEDICINALES UTILIZADAS POR UNA COMUNIDAD MAPUCHE EN LAS CERCANÍAS DE JUNÍN DE LOS ANDES, NEUQUÉN. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 4 (6): 107-112.

FARIÁS G.; BRUTTI O.; GRAUC R.; DI LEO LIRA P.; RETTAD D.; VAN BAREND C.; VENTOD S.;



- BANDONI A. 2010. Morphological, yielding and quality descriptors of four clones of *Origanum* spp. (Lamiaceae) from the Argentine Littoral region Germplasm bank. *Industrial Crops and Products* 32 (2010) 472–480.
- FENG T.; SHUANG L.; XING-JIN H. 2010. Molecular authentication of the traditional Chinese medicinal plant *Angelica sinensis* based on internal transcribed spacer of nrDNA. *Electronic Journal of Biotechnology*. 13(1): 1-10.
- FERRI S.; CAPRESI P. 1979. Ricerche sui flavonoidi di *Matricaria chamomilla* L.(Compositae). *Atti Soc. Tosc. Sci Nat. Mem. Serie B*, 86: 53-62.
- GARDINER P. 1999. Chamomile (*Matricaria recutita*, *Anthemis nobilis*). The Longwood Herbal Task Force (LHTF: <http://www.mcp.edu/herbal/default.htm>). Reino Unido. pp. 1-21.
- GOSZTOLA B., NEMETH E.; KOZAK A.; SAROSI S.Z.; SZABO K. 2007. Comparative evaluation of hungarian chamomile (*Matricaria recutita* L.) populations. *Acta Hort.*, 749: 157-162.
- GRASSI F.; IMAZIO S.; GOMARASCA S.; CITTERIO S.; AINA R.; SGORBATI S.; SALA F.; PATRIGNANI G.; LABRA, M. 2004. Population structure and genetic variation within *Valeriana wallrothii* Kreyer in relation to different ecological locations. *Plant Sci*. 166 (6): 1437-1441.
- HADIAN J.; TABATABAEI S.M.F.; NAGHAVI M.R.; JAMZAD Z.; MASOUMI T.R. 2008. Genetic diversity of Iranian accessions of *Satureja hortensis* L. based on horticultural traits and RAPD markers *Sci. Hort.*, 115: 196-202.
- IETSWAART J.H. A TAXONOMIC REVISION OF THE GENUS *ORIGANUM* (LABIATAE) / J.H. IETSWAART. 1980. Botanical Series 4, Leiden University Press, The Hague, p. 153.
- IRMISCH S.; KRAUSE S.T.; KUNERT G.; GERSHENZON J.; DEGENHARDT J.; KÖLLNER T.G. 2012. The organ-specific expression of terpene synthase genes contributes to the terpene hydrocarbon composition of chamomile essential oils. *BMC Plant Biol*. 2012 Jun 8; 12: 84. doi: 10.1186/1471-2229-12-84.
- KUTSCHKER A. 2011. Revisión del género *Valeriana* (Valerianaceae) en Sudamérica austral. *Gayana Bot*. 68 (2): 244-296.
- MANIFESTO M.M.; NAGAHAMA N.; SPOTORNO V.G.; FORTUNATO R.H.; ARIZIO C.M. 2014. *Revista Horticultura Argentina* 33(82): Sep.-Dic. 2014 ISSN de ed. impresa: 0327-3431; ISSN de la edición on line 1851-934.
- MANN C; STABA EJ. 1986. The chemistry, pharmacology and commercial formulations of chamomile. In Craker LE, Simon JE (eds) *Herbs, species and medicinal plants: recent advances in botany, horticulture and pharmacology*. Vol 1 Oryx Press, Phoenix, pp 235-280.
- MCCAULY D.E.; RAVEILL J.; ANTONOVIC J. 1995 Local founding events as determinants of genetic structure in a plant metapopulation. *Heredity* 75: 630-636.
- MCKAY D.L.; BLUMBERG J.B. 2006. A Review of the bioactivity and potential health benefits of chamomile tea (*Matricaria recutita* L.) *Phytother. Res.*, 20: 519-530.
- MEHRNIA M., SHAHIN Z. AND ASHRAFOLDIN S. S. (2005), Intra- and inter-specific relationships within the *Astragalus microcephalus* complex (Fabaceae) using RAPD. *Biochemical Systematics and Ecology*. 33: 149-158.
- MOLARES S. Y LADIO A., 2008. Plantas Medicinales en una comunidad mapuche del NO de la Patagonia Argentina: clasificación y percepciones organolépticas relacionadas con su valoración. *Bol. Lat. y del Caribe, Pl. Medic. y Arom.* 7 (3): 149-155.
- NAGAHAMA N.; MANIFESTO M.M.; ARIZIO C.M.; FORTUNATO R.H. 2014. Estudio de variabilidad genética en poblaciones norpatagónicas de “ñancohuén” (*Valeriana carnosa* Sm.) MEDIANTE AFLP. XLIII Congreso Argentino de Genética.
- NAGAHAMA N.; BACH H.G.; MANIFESTO M.M.; FORTUNATO R.H. 2016. *Valeriana gaimanensis* (Valerianaceae nom. conserv.), a New Species from the Patagonian Semi-arid Desert, Argentina *Systematic Botany* Volume 41, Number 1, Marzo 2016. pp. 245-251(7).
- NEWALL C.A.; ANDERSON L.A.; PHILIPSON J.D. 1996. *Herbal Medicines: A Guide for Health Care Professional*. 1st Ed., The Pharmaceutical Press. 2nd edition, 432p Reino Unido. ISBN:



0853692890.

- NOVAK J.; BRIGITTE L.; BOLZER K.; GRAUSGRUBER-GROGER S.; DEGENHARDT J. 2008. Identification and characterization of simple sequence repeat markers from a glandular *Origanum vulgare* expressed sequence tag. *Molecular Ecology Resources* 8:599-601.
- OKOŃ S.; SURMACZ-MAGDZIAK A. 2011. Genetic diversity among cultivated and wild Chamomile germplasm based on ISSR analysis. *Sci. Hortic.* 117, 281–287.
- OLIVA I, GONZALEZ-TRUJANO ME, ARRIETA J, ENCISO-RODRIGUEZ R, NAVARRETE A. 2004. Neuropharmacological profile of hydroalcohol extract of *Valeriana edulis* ssp. *procera* roots in mice. *Phytother Res* 18: 290-296.
- PETRONILHO S, MARASCHIN M, DELGADILLO I, COIMBRA MA, ROCHA SM 2011. Sesquiterpenic composition of the inflorescences of Brazilian chamomile (*Matricaria recutita* L.): Impact of the agricultural practices. *Industrial crops and products* 34 (3), 1482-1490
- PIRKHEZRI M., HASSANI M.E . HADIAN J, 2010. Genetic Diversity in Different Populations of *Matricaria chamomilla* L. Growing in Southwest of Iran, Based on Morphological and RAPD Markers. *Research Journal of Medicinal Plants*, 4: 1-13.
- PORTER W.M. AND SMITH D.H., 1982. Detection of identification errors in germplasm collections. *Crop Sci.*, 22: 701-703.
- PUTIEVSKY E., RAVID U., DUDAI N., 1988. Phenological and seasonal influences on essential oil of a cultivated clone of *Origanum vulgare* L. *J. Sci. Food Agric.* 43,225–228.
- ROY UPON HERBALIST, 1999. Valerian Root, *Valeriana officinalis* Analytical, Quality Control, and Therapeutic Monograph. American Herbal Pharmacopoeia, Post Office Box 5159, Santa Cruz, CA 95063 US. p. 26. Copyright 1999 American Herbal Pharmacopoeia™.
- SAGGESE D. 1959. Yervas medicinales argentinas. Breves apuntes de las propiedades de 200 de las mismas e indicaciones para su uso. Rosario.
- SALAMON I., 1992. Chamomile: A medicinal plant. *Herb Spice Med. Plant Dig.*, 10: 1-4.
- SATYA NARAYAN J., KUMAR S AND NAIR NK. 2009. Molecular phylogeny in Indian Citrus L. (Rutaceae) inferred through PCR-RFLP and trnL-trnF sequence data of chloroplast DNA. *Scientia Horticulturae*. 119(4): 403-416.
- SCHILCHER H. 1987. Die Kamille. Stuttgart Wiss Verlag, Alemania.
- SOLOUKI M., H. MEHDIKHANI, H. ZEINALI AND A.A. EMAMJOMEH, 2008. Study of genetic diversity in chamomile (*Matricaria chamomilla*) based on morphological traits and molecular markers. *Sci. Hortic.*, 117: 281-287.
- THARACHAND C.; SELVARAJ I.C.; MYTHILI MN. 2012. Molecular markers in characterization of medicinal plants: an overview, 2012. *Research in Plant Biology*, 2(2): 01-12, 2012.
- WAGNER C., F.T. WOLFGANG R.A. MARQUARD AND F. ORDON, 2005. Molecular analyses on the genetic diversity and inheritance of (-)- $\alpha$ -bisabolol and chamazulene content in tetraploid chamomile (*Chamomilla recutita* (L.) Rausch.). *Plant Sci.*, 169: 917-927.
- YAO X., JIANYUN D. AND HUANG H., 2012. Genetic diversity in *Eucommia ulmoides* (Eucommiaceae), an endangered traditional Chinese medicinal plant. *Conserv. Genetics* 13 (6): 1499-1507
- YEO Y. S., NYBO S. E., CHITTIBOYINA A. G., WEERASOORIYA A. D., WANG Y.-H., GÓNGORA-CASTILLO E., CHAPPELL J. (2013). Functional Identification of Valerena-1,10-diene Synthase, a Terpene Synthase Catalyzing a Unique Chemical Cascade in the Biosynthesis of Biologically Active Sesquiterpenes in *Valeriana officinalis*. *The Journal of Biological Chemistry*, 288(5), 3163–3173.
- YU G, DUAN J, YAN H, SONG B, HE Z. cDNA-AFLP analysis of gene expression differences between the flower bud and sprout-shoot apical meristem of *Angelica sinensis* (Oliv.) Diels. 2011 *Genetics and Molecular Biology*. 34 (2):274-279



Ponemos a vuestra disposición esta Memoria técnica que sintetiza el trabajo de investigación de los últimos años, sumando información a las publicaciones de extensión que se han brindado a los productores por distintos medios (jornadas presenciales, boletín electrónico Aromas Pampeanos, publicaciones en la web).

Se presentan resúmenes de artículos que, en su mayoría, han sido publicados en revistas nacionales e internacionales o expuestos en congresos de la especialidad.

Con la esperanza de contribuir al desarrollo de los cultivos de aromáticas y medicinales en nuestro país.



Ministerio de Agroindustria  
Presidencia de la Nación