

# Sinapis flexuosa, una Mostaza con Alto Contenido en Glucosinolatos Alternativa a Sinapis alba subsp. mairei para Biofumigación



**1.- Introducción y Objetivos**

**2.- Material y Métodos**

**3.- Resultados**

**4.- Discusión y Conclusiones**

**5.- Bibliografía**



Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera  
**CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y DESARROLLO RURAL**

**Unión Europea**

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional



*Sinapis flexuosa*, una mostaza con alto contenido en glucosinolatos alternativa a *Sinapis alba* subsp. *mairei* para biofumigación. [Saavedra, M., De Haro, A., Alcántara, C.] – Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 2018. 1-16 pp. - (Protección Vegetal Sostenible).

Mostaza – fertilización – biofumigación – *Sinapis alba* – *Sinapis flexuosa*



Este documento está bajo Licencia Creative Commons.  
Reconocimiento-No comercial-Sin obra derivada.  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es>

***Sinapis flexuosa*, una mostaza con alto contenido en glucosinolatos alternativa a *Sinapis alba* subsp. *mairei* para biofumigación.**

© Edita JUNTA DE ANDALUCÍA. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera.  
Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.  
Córdoba, diciembre de 2018.

**Autoría:**

Milagros Saavedra Saavedra <sup>1</sup>  
Antonio De Haro Bailón <sup>2</sup>  
Cristina Alcántara Braña <sup>1</sup>

<sup>1</sup> IFAPA, Centro Alameda del Obispo

<sup>2</sup> IAS-CSIC, Córdoba

**Colaboradores:**

José Luis Luque Ojeda <sup>2</sup>  
Sara Obregón Cano <sup>2</sup>  
Rosa M<sup>a</sup> Carbonell Bojollo <sup>1</sup>  
Daniel Pérez Mohedano <sup>1</sup>  
Rubén Romero García <sup>1</sup>  
Juana Mesa Escudero <sup>1</sup>

**Agradecimientos:**

Proyecto Transforma TRA-201600.2 “Transferencia de Tecnología y Cooperación en Olivar y Aceite” y AVA-AVA 201601.17 “Investigación e Innovación Tecnológica para la Sostenibilidad de los Cultivos Herbáceos Extensivos en Andalucía” financiados con fondos FEDER e IFAPA. A M<sup>a</sup> Ángeles Gutiérrez y Cristóbal Martínez por su asistencia en el ensayo en campo.

## Sinapis flexuosa, una Mostaza con Alto Contenido en Glucosinolatos Alternativa a Sinapis alba subsp. mairei para Biofumigación

### 1.- Introducción y Objetivos

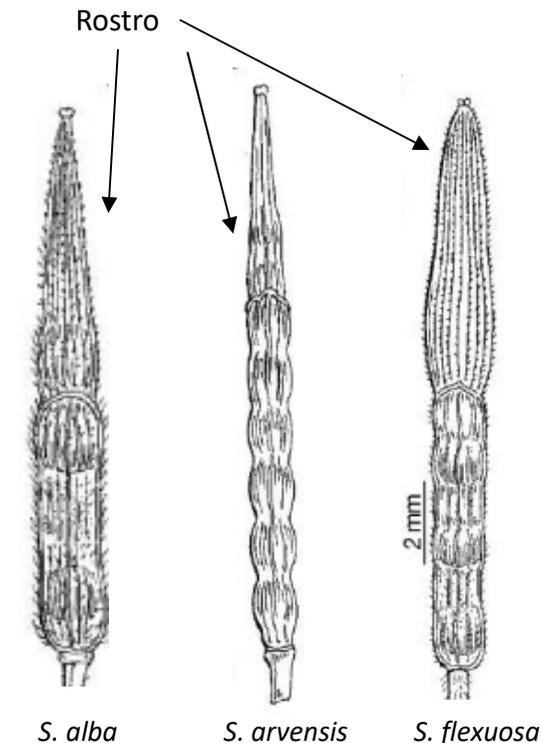
*Sinapis flexuosa* es una especie crucífera autóctona, una mostaza, que se encuentra en España en el sureste, provincias de Almería, Murcia y Jaén, y ocasionalmente naturalizada en otras más al norte (Barcelona, Coruña y Pontevedra), en cultivos, baldíos, ribazos, en terrenos calizos, entre los 20 y 800 m s. n. m. (Gómez-Campo, 1996). La planta de *S. flexuosa* es muy parecida a *Sinapis alba* subsp. *mairei*, con hojas similares, y también a *Sinapis arvensis*, pero se distingue bien de éstas porque las flores son más pequeñas, los frutos tienen el rostro más ensanchado y sus semillas también son más pequeñas (**Tabla 1 y Figuras 1 y 2**).

*Sinapis alba* es una especie de gran interés para biofumigación, fácil de implantar y manejar (Saavedra *et al.*, 2015 y 2016) y muy efectiva contra *Verticillium dahliae*. *Sinapis flexuosa* podría también ser de interés porque su contenido en glucosinolatos, sustancias que tienen un alto poder biofumigante, es también muy alto, sobre todo en sinalbina (De Haro *et al.*, 2013; Castillo-Llanque *et al.*, 2014), que es el principal glucosinolato de *S. alba*.

**Tabla 1. Características que distinguen a las especies del género *Sinapis* que se encuentran en España.**

	<i>Sinapis alba</i> subsp. <i>mairei</i>	<i>Sinapis arvensis</i>	<i>Sinapis flexuosa</i>
Tamaño de pétalos mm	7-12	9-10	6
Tamaño de sépalos mm	4-7	(4,5)-5-5,5(6)	4
Rostro mm	15-30, comprimido	10-15, recto y cónico	15-30, comprimido y ensanchado
Semillas mm	2-3,5	1-1,5	1-1,8

NOTA: El rostro es la parte final del fruto y la valva es la parte que está unida al tallo por el pedicelo. La forma del rostro permite diferenciar las tres especies con relativa facilidad.



**Figura 1. Frutos de las especies de *Sinapis* que se encuentran en España. Fuente: Gómez-Campo (1996).**

## Sinapis flexuosa, una Mostaza con Alto Contenido en Glucosinolatos Alternativa a Sinapis alba subsp. mairei para Biofumigación

En trabajos anteriores, en 3 localidades, se evaluaron 2 poblaciones de *S. flexuosa* recolectadas en Almería y Murcia, frente a varias poblaciones de *S. alba* subsp. *mairei*. Los resultados para *S. flexuosa* no fueron del todo satisfactorios debido entre otros a que las inclemencias meteorológicas, sobre todo el encharcamiento temporal por exceso de lluvias que ocurrió en 2 de las localidades (Córdoba y Jaén, datos no publicados), y por una intensa helada en la tercera localidad, Granada, que afectaron a *S. flexuosa* en mayor grado que a *S. alba* (Castillo-Llanque *et al.*, 2013; Saavedra *et al.*, 2013).

Sin embargo, la especie mostró características de gran interés, sobre todo un elevado contenido total en glucosinolatos y un menor porte, que podrían facilitar su manejo como cobertura para biofumigación.

Por otro lado, se ha demostrado la necesidad de abonar *S. alba* como cobertura para biofumigación (Saavedra *et al.*, 2018), pero no se ha evaluado hasta ahora la respuesta de *S. flexuosa*. Tampoco se ha evaluado en zonas más cálidas, libres de heladas.

Por ello, en este trabajo se han planteado dos objetivos:

### Objetivos

- 1.- Evaluar la cobertura, producción de biomasa y contenido en glucosinolatos de *Sinapis flexuosa* en comparación con *Sinapis alba* y su utilidad como cobertura vegetal para biofumigación en las condiciones de Andalucía.
- 2.- Evaluar si el abonado con nitrógeno y azufre (N-S) es también importante para el desarrollo de esta especie.



Figura 2. inflorescencias y hojas de *Sinapis alba* subsp. *mairei* (izquierda) y *Sinapis flexuosa* (derecha).

## Sinapis flexuosa, una Mostaza con Alto Contenido en Glucosinolatos Alternativa a Sinapis alba subsp. mairei para Biofumigación

### 2.- Material y Métodos

Se han llevado a cabo dos ensayos en las fincas del IFAPA Alameda del Obispo y Jerez durante la campaña 2016-2017. Los suelos son en las dos localidades profundos, en Alameda de textura franca y en Jerez arcillosa (**Tabla 2**), ambos con pH elevado y también alto contenido en carbonatos. Las dos parcelas se labraron con vibrocultivador tras unas lluvias acaecidas 7-8 días antes de 26,5 mm en Alameda (Córdoba) y 52 mm en Jerez de la Frontera (Cádiz).

**Tabla 2. Características de los suelos de las dos localidades.**

	Alameda	Jerez
Capacidad intercambio catiónico meq/100 g	15,6	34,5
Carbonatos %	16,86	24,52
Fósforo asimilable (Olsen) p.p.m.	12,9	7,3
Materia orgánica oxidable	1,57	1,32
pH 1/2,5	8,63	8,76
Potasio asimilable	269	409
Arcilla %	15,2	49
Arena %	43,1	21,9
Limo %	41,7	29,1
Textura	Franca	Arcilla

La semilla de *Sinapis alba* subsp. *mairei* – cv. “Albendín” - se obtuvo el año 2016 en Alameda. Peso de 1000 semillas de 4,369 g y poder germinativo >50% según test en agua a 20°C realizado en octubre.

La semilla de *Sinapis flexuosa* procedía de ensayos anteriores, reproducción de semilla de una población procedente de Lorca. Peso de 1000 semillas 1,785 g y poder germinativo en agua 65% a 20°C en 6 días.

Se sembraron ambas con una máquina sembradora de precisión, a la densidad de 200 semilla viables/m<sup>2</sup>, en Alameda el 19-10-2016 y en Jerez el 20-10-2016.

El diseño fue **Split-Plot**, con el **tratamiento principal especies**, sembradas en parcelas de 10 m x 3 m, que se dividieron en dos partes, una abonada y otra sin abonar de 5 m x 3 m.

Los tratamientos de abonado fueron **T-Testigo sin abonar** y **A-abonado**. El abonado fue: en fondo, al sembrar, 100 kg/ha de Triple 15, y en cobertera, con rosetas de 4-6 hojas, 250 kg/ha de sulfato amónico; en total 15+42=57 kg/ha de N y 150 kg/ha de SO<sub>3</sub>. El de fondo se realizó con abonadora centrífuga manual, en dos pasadas y el de cobertera se hizo a mano.

Tras la siembra tuvieron lugar lluvias abundantes, que en Jerez produjeron arrastre de partículas (**Figura 3**).

En la **Figura 4** se muestran imágenes del desarrollo de ambos ensayos.

En las parcelas se tomaron diferentes parámetros y muestras que nos permitieran comparar ambas especies con y sin abonado, como sigue:

## Sinapis flexuosa, una Mostaza con Alto Contenido en Glucosinolatos Alternativa a Sinapis alba subsp. mairei para Biofumigación

**Emergencia y densidad de plantas:** Se anotó la fecha de emergencia. En cada parcela se contaron las plantas en 10 muestras de 0,1 m<sup>2</sup> (31 x 31 cm) el 24 y 23 de noviembre de 2016, un mes después de la emergencia.

**Altura y diámetro de roseta:** La altura se midió en 4 momentos del desarrollo, tomando 5 medidas por parcela elemental. En Jerez también se midió el diámetro de roseta para comparar ambas especies, ya que que la emisión de tallo es más tardía en *S. flexuosa* que en *S. alba*.

**Cobertura:** Se tomaron 4 fotos en cada parcela después de la emergencia: 1, 2 y 3 meses después de la emergencia, solo en Alameda.

**Fenología:** Se anotó siguiendo la Escala BBCH cada mes.

**Biomasa:** Al inicio de floración se tomaron 2 submuestras de 0,50 m<sup>2</sup> y se unieron en una sola muestra. Se determinó peso fresco y el peso seco se obtuvo de una submuestra tras secar a 60°C hasta T<sup>a</sup> constante.

**Glucosinolatos:** En floración (17/03/2017) se tomaron de ambas especies dos plantas de cada parcela abonada. Se determinaron los contenidos en glucosinolatos totales mediante el método de referencia europeo (ISO 9167-1, 1992), que conlleva la extracción de glucosinolatos en metanol caliente, la adsorción y desulfatación en resinas de intercambio iónico (Sephadex DEAE A-25) durante 16 horas y el análisis por cromatografía líquida (HPLC). Se compararon las medias de cada parcela.

**Nitrógeno total retenido en planta.** Se determinó sobre una submuestra de planta, en el momento de muestrear la biomasa, mediante el sistema DUMAS en un laboratorio cualificado.

Para todos los parámetros se realizó el análisis de varianza.



**Figura 3.** Efectos sobre el suelo de las lluvias que tuvieron lugar en Jerez pocos días después de la siembra. Se produjeron arrastres de partículas.



**Figura 4.** Aspecto de los ensayos en las dos localidades:  
A) Alameda (10-1-2018) con plantas bien desarrolladas de ambas especies y  
B) Jerez (18-1-2018) totalmente infestado de *S. arvensis* y presencia de pocas plantas procedentes de las siembras de *S. alba* y *S. flexuosa*.

## Sinapis flexuosa, una Mostaza con Alto Contenido en Glucosinolatos Alternativa a Sinapis alba subsp. mairei para Biofumigación

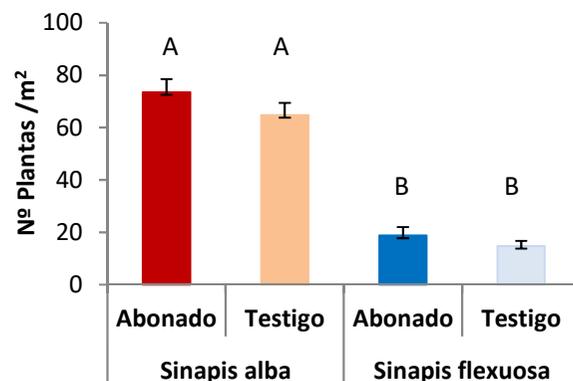
### 3.- Resultados

#### 3.1. Emergencia y densidad de plantas

Después de la siembra llovió de forma abundante (**Figura 5**) y las temperaturas fueron suaves la semana siguiente, lo que *a priori* favorece la nascencia (Alameda: 57,2 mm, 16,3 a 21,7 °C de Tª media y Jerez: 72,6 mm y de 16,5 a 21,2 °C de Tª media).

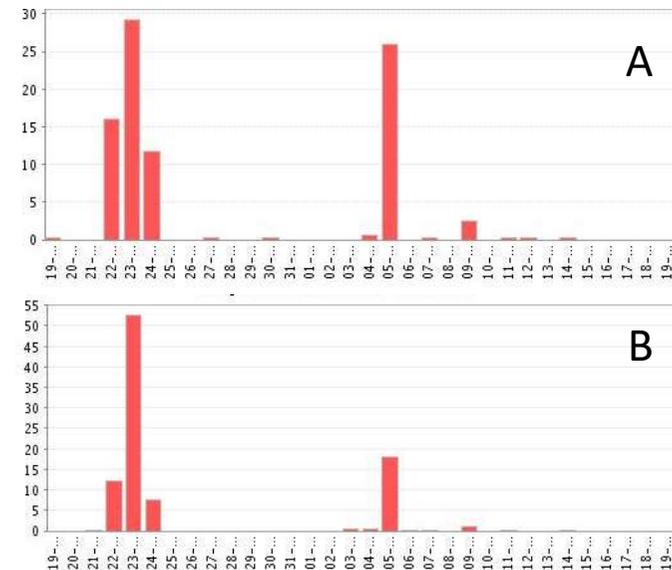
**En Alameda las dos especies empezaron a emerger simultáneamente** el 26-10-2016, a los 7 días de la siembra. *S. alba* alcanzó una densidad de 64 plantas/m<sup>2</sup> o superior en el tratamiento abonado; en cambio *S. flexuosa* no llegó a 20 plantas/m<sup>2</sup> (**Figura 6**), aunque en todas las parcelas se desarrollaron plantas suficientes para hacer posible otras evaluaciones. No hubo diferencias entre plantas abonadas y sin abonar.

En Jerez por el contrario la emergencia fue escasísima para las dos especies, y solo algunas plantas se instalaron.



**Figura 6. Emergencia de plantas en Alameda.**

Letras diferentes representan diferencias significativas según el Test Tukey a P<0,05.



**Figura 5. Pluviometrías durante el mes posterior a la siembra en:**  
**A) Córdoba y**  
**B) Jerez.**

Las diferencias en la textura de suelo puede ser la responsable de las diferencias en emergencia en las dos localidades, ya que en Alameda era suelo totalmente llano sin pendiente, de textura franca, con buena conductividad hidráulica y no se detectaron problemas de asfixia radicular ni arrastres, mientras que en Jerez, donde hubo tormentas intensas de 73,6 mm en menos de 3 días, y el suelo era arcilloso, con muy ligera pendiente, se perdieron totalmente varias parcelas. No obstante, se tomaron algunos datos sobre las plantas que quedaron vivas.

## Sinapis flexuosa, una Mostaza con Alto Contenido en Glucosinolatos Alternativa a Sinapis alba subsp. mairei para Biofumigación

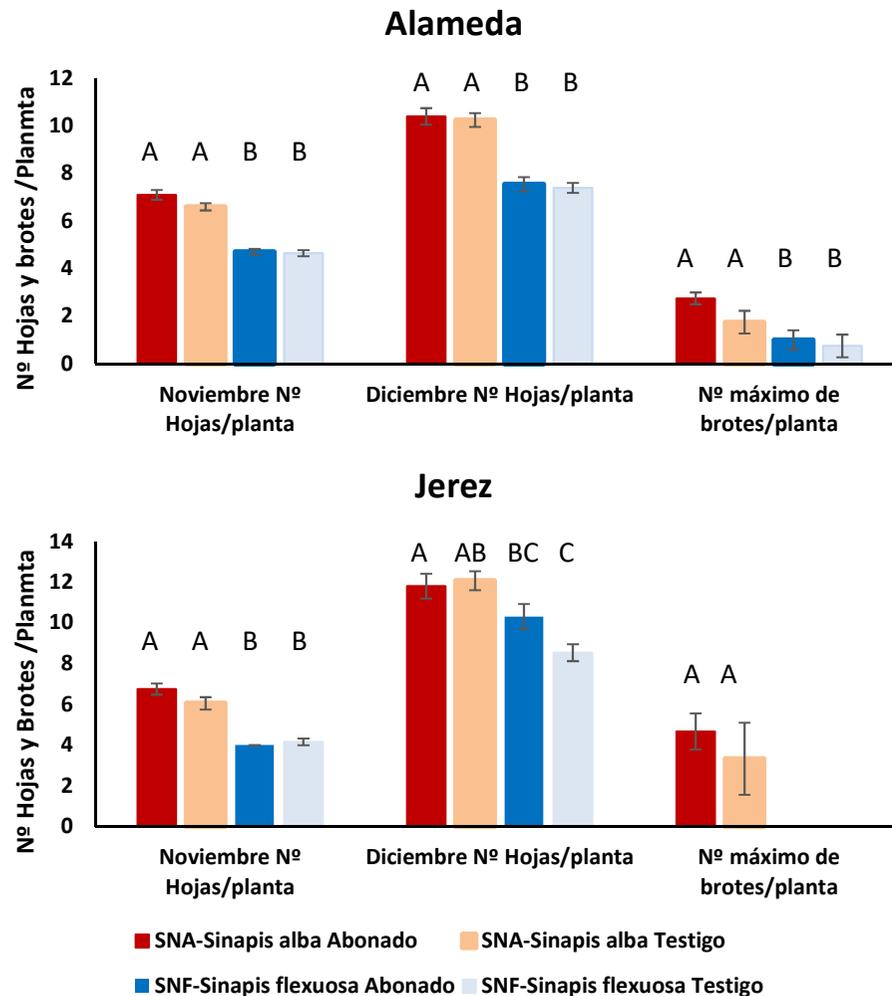


Figura 7. N° de hojas y brotes producidas en las fases iniciales del ciclo vegetativo en Alameda y Jerez.

Letras diferentes representan diferencias significativas según el Test Tukey a  $P < 0,05$ .

### 3.2. N° de hojas y n° de brotes

En las primeras fases del ciclo vegetativo, en ambas localidades, ***S. alba* desarrolló mayor n° de hojas y brotes que *S. flexuosa***, pero no hubo diferencias entre abonado y testigo.

Además, en Alameda no se detectaron interacciones especie x abonado, pero si en el Jerez (Figura 7). En Jerez no hubo diferencias estadísticas entre el n° de hojas en diciembre entre *S. alba* testigo y *S. flexuosa* abonado.

En la Figura 8 se muestra el desarrollo de las dos especies en Alameda a mediados de enero.



Figura 8. Sinapis flexuosa (izquierda) y *S. alba* (derecha) en Alameda el 10-1-2017.

## Sinapis flexuosa, una Mostaza con Alto Contenido en Glucosinolatos Alternativa a Sinapis alba subsp. mairei para Biofumigación

### 3.3. Altura y diámetro de roseta

Las plantas de *S. flexuosa* se desarrollaron más lentamente. La altura de las dos especies fue diferente a lo largo de todo el periodo en las dos localidades, siendo significativas las diferencias en todas las fechas y siempre *S. alba* más alta que *S. flexuosa*. Además, se produjeron diferencias significativas entre abonado y testigo en las fechas de noviembre, diciembre y enero, e interacciones especie x abonado en noviembre (Figura 9).

En Alameda las plantas de *S. alba* abonadas fueron significativamente más altas en noviembre y enero. La talla final en marzo fue la misma para plantas abonadas y no abonadas.

En Jerez no se produjeron diferencias entre los tratamientos abonado y no abonado (Figuras 9 y 10), si bien las condiciones en que se desarrolló el ensayo dejaron mucho que desear y esto debe interpretarse con cautela. Tan solo pudo corroborarse lo mismo que en Alameda, que el diámetro y altura de las plantas de *S. flexuosa* eran significativamente menores que los de *S. alba*.

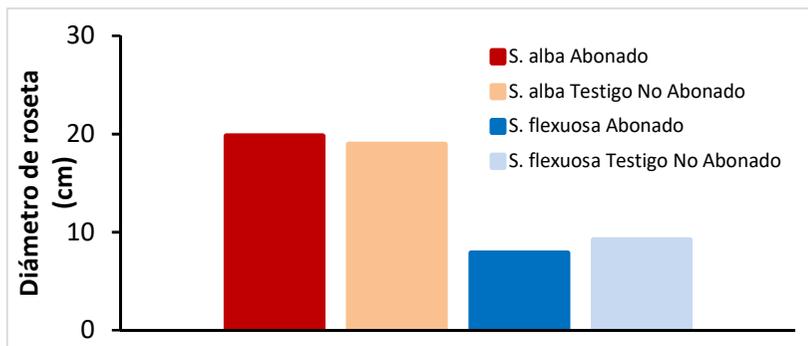


Figura 10. Diámetro de roseta de *Sinapis alba* subsp. *mairei* y *Sinapis flexuosa* en Jerez (23-11-2016).

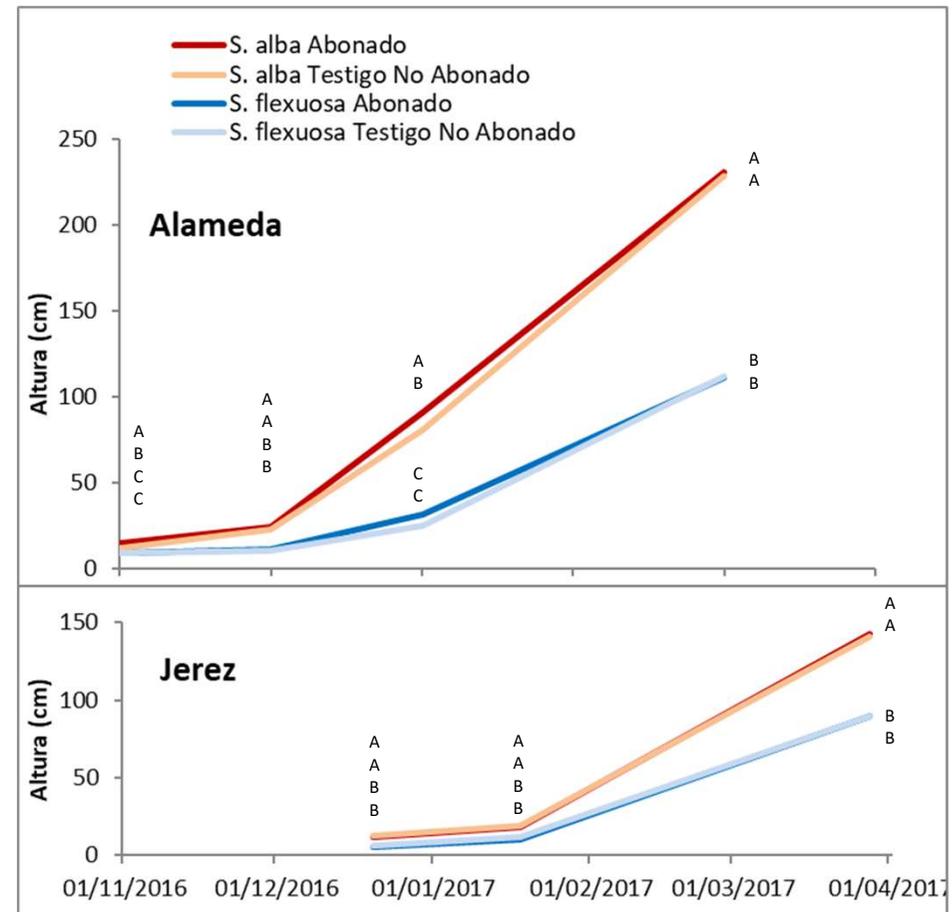


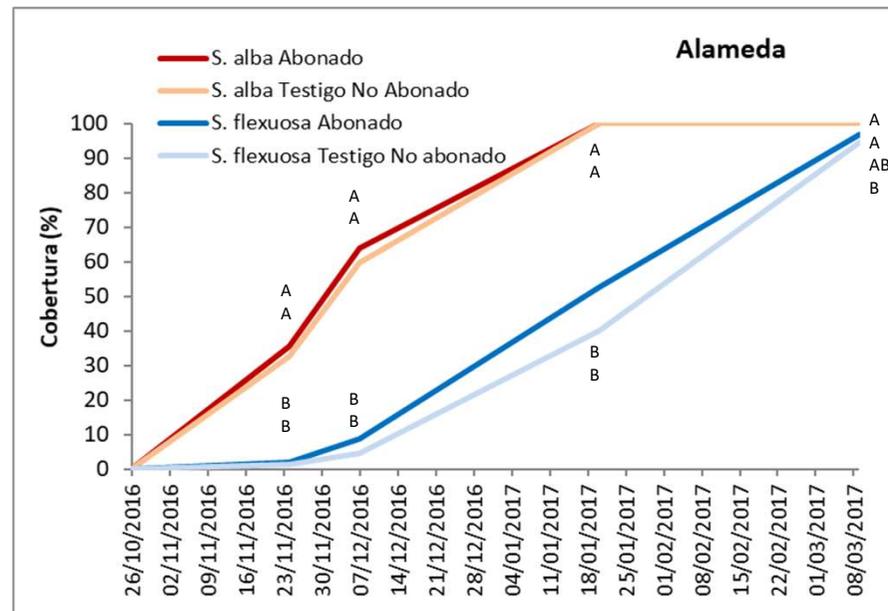
Figura 9. Altura de las plantas de *Sinapis alba* y *Sinapis flexuosa* y en las localidades de Alameda y Jerez.

Letras diferentes representan diferencias significativas según el Test Tukey a  $P < 0,05$ .

## Sinapis flexuosa, una Mostaza con Alto Contenido en Glucosinolatos Alternativa a Sinapis alba subsp. mairei para Biofumigación

### 3.4. Cobertura

La cobertura de *S. alba* fue superior desde su inicio hasta principios de marzo, fecha en la que ambas especies cubrían el suelo prácticamente en su totalidad (**Figura 11**). Esta menor cobertura fue debida por un lado al desarrollo más lento de *S. flexuosa*, pero también y de forma importante al menor número de plantas instalada. En el caso de *S. alba* no hubo diferencias entre el tratamiento abonado y no abonado, pero si se puso de manifiesto una **mayor cobertura de *S. flexuosa* en el tratamiento abonado que en su testigo no abonado**.



**Figura 11. Cobertura a lo largo del ciclo para las dos especies con y sin abonado, en Alameda.**

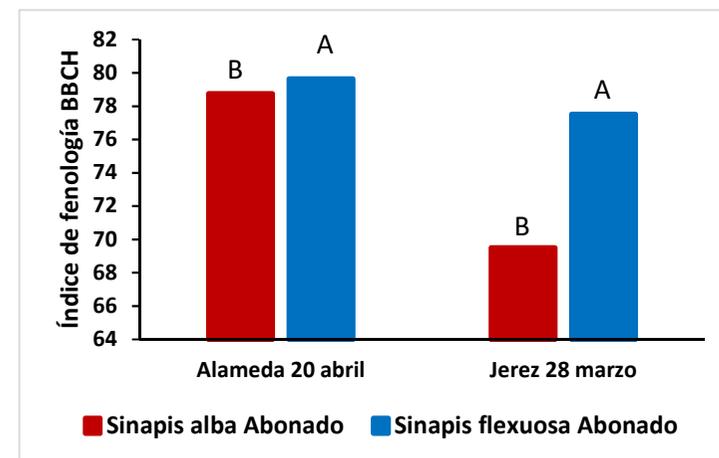
Letras diferentes representan diferencias significativas según el Test Tukey a  $P < 0,05$ .

### 3.5 Fenología

En la **Figura 12** se muestra el índice BBCH para las dos especies en el tratamiento abonado en las dos localidades a finales de abril y marzo respectivamente.

En Alameda *S. flexuosa* adelantó la maduración ligeramente respecto a *S. alba*; las diferencias fueron leves, pero significativas.

En Jerez ambas especies fueron más precoces que en Alameda y la maduración de *S. flexuosa* fue mucho más rápida que las de *S. alba*, con diferencias significativas entre ellas.



**Figura 12. Índice de fenología (Escala BBCH) en Alameda y Jerez para plantas abonadas.**

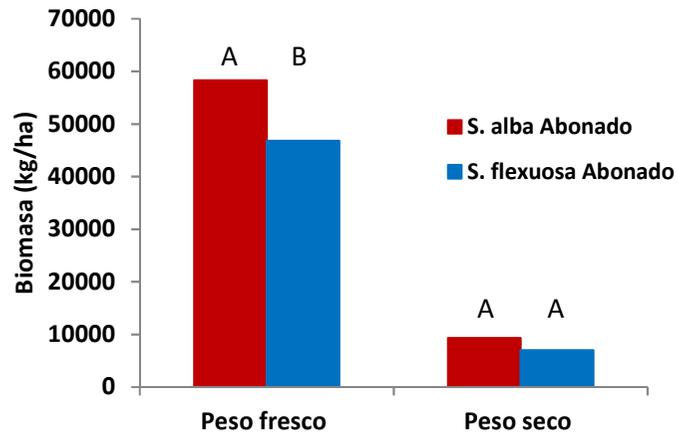
Para cada localidad letras diferentes representan diferencias significativas según el Test Tukey a  $P < 0,05$ .

## Sinapis flexuosa, una Mostaza con Alto Contenido en Glucosinolatos Alternativa a Sinapis alba subsp. mairei para Biofumigación

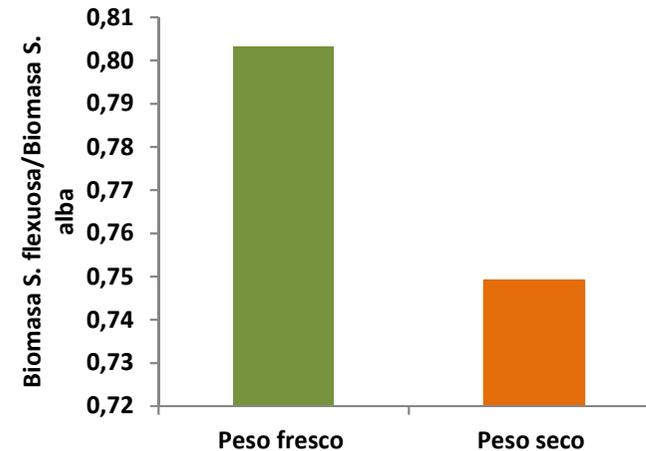
### 3.6. Biomasa

La biomasa producida en los tratamientos abonados fue **menor en *S. flexuosa* que en *S. alba*** (Figura 13), con diferencias significativas en peso fresco ( $P=0,054$ ), pero no en peso seco. La biomasa de *S. flexuosa* supuso un 80,3% del peso fresco y un 74,9% del peso seco respecto a *S. alba* (Figura 14).

Teniendo en cuenta que el número de plantas instaladas fue mucho menor en *S. flexuosa* estas cantidades de biomasa son muy importantes y hacen sospechar que si la emergencia de *S. flexuosa* hubiera sido mejor las cifras hubieran sido más favorables para esta especie, que desarrolla plantas más “compactas” que *S. alba*.



**Figura 13. Biomasa producida en las parcelas abonadas en Alameda (20-3-2017).** Para cada parámetro, letras diferentes representan diferencias significativas según el Test Tukey a  $P<0,05$ .



**Figura 14. Relaciones entre la biomasa, peso fresco y peso seco, de *Sinapis flexuosa* respecto a las de *Sinapis alba* en Alameda.**

### Síntomas de carencia de N

En las plantas de *S. alba* apenas se manifestó clorosis en una de las parcelas no abonadas. En cambio, en *S. flexuosa* si se observó algún síntoma más evidente, en consonancia con la menor cobertura del suelo en las parcelas no abonadas, como es clorosis y senescencia precoz de las hojas inferiores; pero la respuesta no fue homogénea en todas las parcelas del ensayo. Esto puede explicarse por la fertilidad del suelo de la finca Alameda y posiblemente también por la falta de homogeneidad en el contenido de N en suelo, lo que por otro lado es frecuente en condiciones de campo.

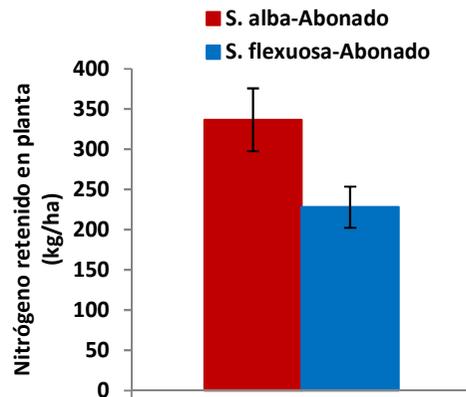
## Sinapis flexuosa, una Mostaza con Alto Contenido en Glucosinolatos Alternativa a Sinapis alba subsp. mairei para Biofumigación

### 3.7. Nitrógeno retenido en planta

Las concentraciones de N en planta fueron similares en las dos especies, sin diferencias significativas entre ellas, un 3,62% en *S. alba* frente a 3,30% en *S. flexuosa*.

Pero las cantidades totales retenidas por hectárea si fueron significativamente más altas en *S. alba* que en *S. flexuosa* (**Figura 15**), un 48% más alto. Esto fue debido sobre todo al mayor desarrollo y mayor biomasa de *S. alba* (**Figura 16**).

Las cantidades totales retenidas, 336,7 kg de N/ha por parte de *S. alba* y 228,0 kg de N/ha de *S. flexuosa* pueden considerarse muy elevadas en ambos casos.



**Figura 15.** Nitrógeno retenido en planta por *S. alba* y *S. flexuosa* en las parcelas abonadas en Alameda. Barras verticales representan el error estándar.



**Figura 16.** Plantas de *Sinapis alba* al fondo y *Sinapis flexuosa* en primer plano en floración (17-3-2017) en Alameda.

## Sinapis flexuosa, una Mostaza con Alto Contenido en Glucosinolatos Alternativa a Sinapis alba subsp. mairei para Biofumigación

### 3.8. Contenido en glucosinolatos en planta

La cantidad de glucosinolatos totales por unidad de materia seca fue mucho más alto en *S. flexuosa* que en *S. alba*, más del doble (**Figura 17**). Destacó sobre todo la elevada proporción de sinalbina en las dos especies, que en *S. flexuosa*, supuso el 96,5 % del total, mientras que las concentraciones del resto de glucosinolatos fueron muy bajas, casi irrelevantes. En cambio en *S. alba* hubo 2 glucosinolatos con concentraciones elevadas: sinalbina que supuso el 59,9% y glucotropaolina el 34,3% del total de glucosinolatos en la especie.

Teniendo en cuenta que la biomasa de *S. flexuosa* fue significativamente más baja que la de *S. alba*, un 75% referido a materia seca, estas diferencias entre especies se atenúan, pero aún así, *S. flexuosa* sigue teniendo un contenido total de glucosinolatos mayor que *S. alba*. Ponderando este factor biomasa se obtienen unas cantidades totales de glucosinolatos para *S. alba* de 256,67 mol/ha y para *S. flexuosa* de 395,92 mol/ha.

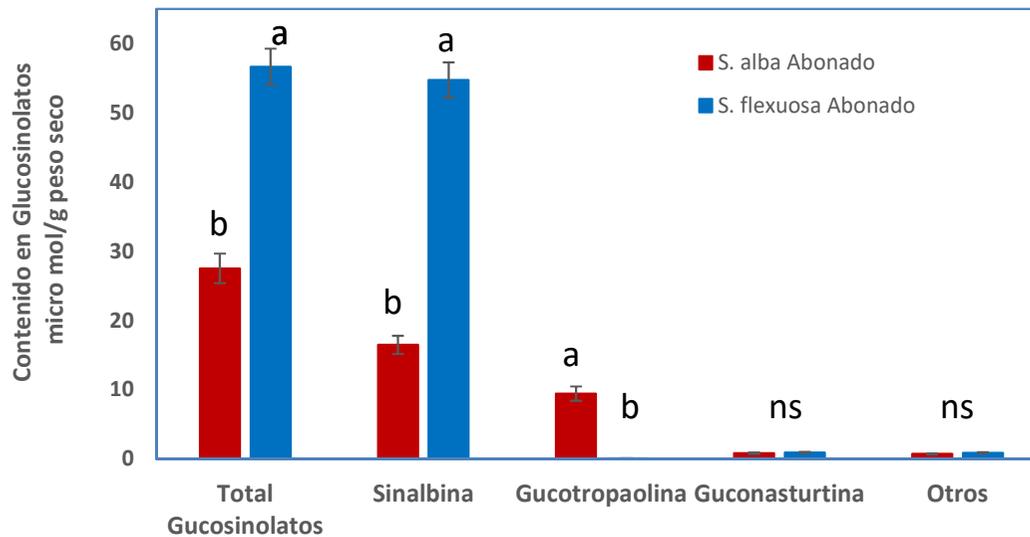


Figura 17. Contenido en glucosinolatos en plantas de *S. alba* y *S. flexuosa* en las parcelas abonadas en Alameda.

Las circunstancias de este ensayo, sobre todo porque *S. flexuosa* presentó problemas en la emergencia, hacen que estos datos deban considerarse con prudencia, pero es evidente que la especie *S. flexuosa* reúne unas características interesantes por su elevado contenido en glucosinolatos, ya puesto de manifestó también en otros ensayos.

Consideramos que una mejora en la siembra para favorecer la emergencia e instalación de las plantas y un mejor desarrollo inicial, podrían contribuir a la mejora de estos resultados. Sobre todo, creemos que un abonado en fondo a base de nitrato podría favorecer ese desarrollo inicial, ya que es una planta más pequeña que *S. alba* y explora un menor volumen de suelo para cubrir sus necesidades de fertilización.

## Sinapis flexuosa, una Mostaza con Alto Contenido en Glucosinolatos Alternativa a Sinapis alba subsp. mairei para Biofumigación

### 4.- Discusión y Conclusiones

*Sinapis flexuosa* es una especie similar a *S. alba* en su comportamiento como cobertura, aunque existen diferencias notables entre ellas.

Ambas son bastante susceptibles al exceso de humedad en sus primeras fases de desarrollo, sin que podamos precisar de momento diferencias entre ambas especies.

*S. flexuosa* tiene semillas más pequeñas que las de *S. alba*, lo que dificulta la siembra y da lugar a plántulas algo más pequeñas. Como consecuencia del menor tamaño de semilla su desarrollo inicial es menor. Además, en las fases iniciales da lugar a menos hojas y retrasa su fenología. Esto podría hacerla más susceptible a los encharcamientos al inicio de su desarrollo, pero no existen datos al respecto.

La floración tuvo lugar en estos ensayos simultáneamente, pero la caída de pétalos fue algo más temprana en *S. flexuosa*, es decir, su ciclo es más corto que el de *S. alba* (Figura 17). Este hecho resulta favorable respecto al manejo de la biomasa como cobertura para biofumigar, ya que ocupa menos tiempo el terreno de labor, y hace más flexibles las tareas.



Figura 18. Plantas de *Sinapis alba* subsp. *mairei* a la izquierda, con flores, y de *Sinapis flexuosa* a la derecha ya sin pétalos (4-4-2017).

*S. flexuosa* alcanza menos altura que *S. alba* (Figuras 11, 15, 16 y 18) y también tardó más en cubrir el suelo, aunque esto último podría atribuirse al menor número de plantas instaladas. Con toda probabilidad con una mayor densidad de plantas la cobertura total se alcanzaría mucho antes. El hecho de tener menor altura facilita el manejo de la biomasa para biofumigar y merma los inconvenientes que se presentan en las plantaciones arbóreas cuando se tiene, entre los árboles o en las calles, una planta excesivamente alta que impide la visibilidad.

Las dos especies respondieron positivamente al abonado N-S y esto se manifestó en diferentes momentos del ciclo, pero *S. flexuosa* parece ser más susceptible que *S. alba* a la falta de abono N. Esto podría explicarse por su menor tamaño, y posiblemente por una menor profundidad de sus raíces, que no llegan a explorar horizontes más profundos. Este hecho deberá ser comprobado en experimentos realizados expresamente para ello.

El contenido en glucosinolatos es mucho más alto en *S. flexuosa* que en *S. alba*, y en ambas es sinalbina el glucosinolato más abundante. Esto, unido a su capacidad de producir también abundante biomasa, la hace muy interesante como especie biofumigante, e incluso podría superar a *S. alba*.

Respecto a su capacidad de adaptación a los climas más cálidos, solo decir que, en las condiciones de Córdoba (Andalucía, España), *S. flexuosa* vegeta perfectamente y completa su ciclo sin problemas, al igual que *S. alba*.

## Sinapis flexuosa, una Mostaza con Alto Contenido en Glucosinolatos Alternativa a Sinapis alba subsp. mairei para Biofumigación

### 5.- Bibliografía

Castillo-Llanque F., Saavedra M., Pérez-Melgares JD., Martínez-Quesada F., Alcántara C., Cirujeda A., Obregón S. y De Haro A. **2013**. Aspectos agronómicos de crucíferas autóctonas para su uso como cobertura vegetal y biofumigación. Día de la Conservación del Suelo. Univ. De Córdoba. 9 julio 2013. Póster.

Castillo-Llanque F., Saavedra M., Pérez-Melgares JD., Obregón S. y De Haro A. **2014**. Análisis del contenido de glucosinolatos en especies de crucíferas para su uso como biofumigantes de patógenos de suelo. IV Jornadas del Grupo de Olivicultura de la SECH Baeza, 25-26 septiembre 2014. Póster.

De Haro A., Saavedra M., Bejarano J. y Obregón S. **2013**. Variabilidad cualitativa y cuantitativa del contenido en glucosinolatos en especies de crucíferas de interés para biofumigación del olivar. XVI Symposium científico-técnico del aceite de Oliva. Jaén, 8-11 mayo. OLI-40. 10 pp.

Gómez-Campo, C. **1996**. 59. *Sinapis*. In Castroviejo S., Aedo C., Gómez Campo C., Laínz M., Monserrat P., Morales R., Muños Garmendia F., Nieto Feliner G., Rico E., Talavera S. y Villar L. 1996. Flora Ibérica. Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol IV. Cruciferae-Monotropaceae. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.

Saavedra M., Castillo-Llanque F., Pérez-Melgares JD., Hidalgo JC. y Alcántara C. **2015**. Características de la especie *Sinapis alba* subsp. *mairei* como cubierta vegetal y para biofumigación. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, IFAPA. 1-27 pp.

Saavedra M., De Haro A., Carbonell R., Alcántara C. **2019**. Desarrollo de *Sinapis alba* subsp. *mairei* y producción de glucosinolatos con diferentes dosis de siembra y tipos de abonado – Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 2019. 1-20 pp. - (Protección Vegetal Sostenible). En prensa.

Saavedra M., Pedraza V. y Alcántara C. **2016**. Implantación y Manejo de *Sinapis alba* subsp. *mairei* para cubierta vegetal y biofumigación. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, IFAPA. 1-28 pp.

Saavedra M., Pérez-Melgares JD., Martínez-Quesada F., Alcántara C., Castillo-Llanque F., Cirujeda A., Zaragoza C. y De Haro A. **2013**. Fenología de crucíferas autóctonas para usar como cobertura viva y biofumigación en olivar. XVI Symposium científico-técnico del aceite de Oliva. Jaén, 8-11 mayo. OLI-41. 6 pp.

# Sinapis flexuosa, una Mostaza con Alto Contenido en Glucosinolatos Alternativa a Sinapis alba subsp. mairei para Biofumigación

## Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera

Edificio Administrativo Bermejales

Avda. de Grecia, s/n

Teléfono: 954 994 593 Fax: 955 519 107

e-mail: [webmaster.ifapa@juntadeandalucia.es](mailto:webmaster.ifapa@juntadeandalucia.es)

[www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa](http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa)



[www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa](http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa)

Cofinanciado al 80% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, dentro del Programa Operativo FEDER de Andalucía 2014-2020



Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera  
**CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y DESARROLLO RURAL**

**Unión Europea**

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional

