

## Artículo científico

## Respuesta del cultivo de soja a la actividad potencialmente alelopática de la caña de azúcar

### Soybean response to potential alleopathic activity of sugar cane

D.C. Cabrera<sup>1,2\*</sup>; A.E. Varela<sup>1</sup>; J. Cuezco<sup>1</sup> y M.H. de la Vega<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET), Argentina.

\*Autor de correspondencia: debora\_cc16@hotmail.com

#### Resumen

La rotación de cultivos se realiza para dar al terreno un período de descanso y eliminar o disminuir la incidencia de malezas y plagas. Sin embargo, las especies vegetales liberan sustancias químicas que pueden afectar a otras plantas (alelopatía), condicionando los esquemas de rotación. En caña de azúcar la rotación se realiza principalmente con soja. Este trabajo evaluó la existencia de efectos alelopáticos de la caña de azúcar sobre el cultivo de soja. Se trabajó con cepa y maloja. En el primer ensayo se sembraron semillas de soja, en suelos con distintas concentraciones de cepa y maloja. Se determinó el porcentaje de germinación y luego se determinó altura, longitud radicular, peso fresco y peso seco. Hacia el fin del ciclo del cultivo, se cosecharon las plantas y se determinó número de granos, número de granos por vaina y peso de los granos. En el segundo ensayo, se regaron semillas de soja con extractos de distintas concentraciones de cepa y maloja. Se evaluó el número de semillas germinadas. Posteriormente se determinó longitud de radícula e hipocótilo. Los resultados obtenidos muestran que existen efectos alelopáticos. Estos efectos no se manifestaron de igual forma para las partes vegetales evaluadas. Para la maloja los parámetros más afectados fueron número de granos, número de vainas y rendimiento del cultivo; mientras que la cepa mostró valores que se asemejan al testigo o incluso superiores a este. Esto resultados tienen incidencia en la planificación de los esquemas de rotación por lo que se recomiendan evaluaciones a mayor escala.

**Palabras clave:** maloja, cepa, interferencia, germinación, rendimiento, sustancias químicas.

#### Abstract

Crop rotation is performed to give the land a rest period and eliminate or reduce the incidence of weeds and pests. However, each plant species excretes chemical compounds that may affect other plants (allelopathy), conditioning rotation schemes. In sugarcane, rotation is mainly done with soybean. This study evaluated the existence of allelopathic effects of sugar cane on soybean. Two trials using sugar cane leaves and stumps were performed. In the first, soybean was sown in pots with various concentrations of either leaves or stumps in the soil. Germination percentage, plant height, root length, fresh weight and dry weight were determined. Towards the end of the crop cycle, the plants were harvested and grain number, grain number per pod and grain weight was determined. In the second trial, soybeans seeds were irrigated with different concentrations of extracts of either leaves or stumps. The number of germinated seeds was determined. Subsequently radicle and hypocotyl length was determined. The results show that there are allelopathic effects. These effects were not equally expressed in the different plant parts evaluated. For sugar cane leaves, the most affected parameters were number of grains, number of pods and crop yield; whereas for the stumps, values were equal or even higher than the control. These results have implications for the planning of rotation schemes so larger scale evaluations are recommended.

**Key words:** straw, stump, interference, germination, yield, chemicals.

#### Introducción

La caña de azúcar constituye el cultivo sacarífero más importante del mundo, responsable del 70% de la producción de azúcar. En Argentina se concentra principalmente en las provincias

del noroeste, donde Tucumán tiene una participación del 60 al 65% en la producción nacional (Romero *et al.*, 2009). El cultivar predominante es LCP 85-384 seguido de TUC 77-42 (Ostengo *et al.*, 2012). El monocultivo, con el pasar de los años tiende a provocar la degradación física,

química y biológica de los suelos, proporcionando condiciones favorables para el desarrollo de problemas fitosanitarios (Lantmann, 1992). Por ello la rotación de cultivos no solo busca brindar un periodo de descanso sino también eliminar o disminuir la incidencia de malezas y plagas problemáticas (Costas Aguilera, 2007a). En este sentido, es aconsejable usar cultivos con características biológicas y requerimientos agronómicos diferenciados, tales como tipos de planta (leguminosa - gramínea) y ciclo de vida (anual - semiperenne) (Costas Aguilera, 2007b). En la provincia de Tucumán se aprovecha la soja para hacer rotación con el cultivo de caña de azúcar. Esta oleaginosa es la de mayor producción y consumo a nivel mundial. Para el periodo 2010/2011 el área sembrada en Argentina superó los 18 millones de hectáreas con una producción de 52.6 millones de toneladas y un rendimiento variable de alrededor de 2.800 kilos (Domingo Yaguez *et al.*, 2011).

La rotación implica el desarrollo de un nuevo cultivo en el lugar del anterior, favoreciendo interacciones entre ambos. Las interacciones que se desencadenan entre individuos de una comunidad reciben el nombre de interferencia (Muller, 1966). Este término abarca distintos mecanismos donde Szczepanski (1977) definió la aleopatía como una interferencia provocada por la liberación de sustancias químicas producidas por ciertos individuos y que afectan a otros individuos. En las labores de preparación de suelo, la caña de azúcar deja restos que se incorporarán al mismo. Esos residuos pueden ser la causa que el cultivo con el que se rote presente valores de rendimiento menor a lo normal. Las sustancias alelopáticas están relacionadas a procesos fisiológicos que pueden provocar interrupción del crecimiento, detención del desarrollo y hasta muerte de individuos de la misma u otra especie. Se conocen actualmente cerca de 10.000 productos secundarios con actividad alelopática. Estos compuestos son en general clasificados en función de su naturaleza química (Putnam, 1985; Sampietro, 2008).

El proceso de descomposición del material verde es variable y depende del tipo de tejido, tipo de suelo, condiciones climáticas y tiempo transcurrido. En suelos de textura pesada y compactada la aireación es menor y posiblemente por ello se ven con mayor frecuencia efectos alelopáticos producidos por residuos vegetales (Durigan, 1993). La presencia de efectos perjudiciales o benéficos entre cultivos tiene gran interés desde el punto de vista agronómico, en especial con respecto a las técnicas de rotación y consociación. Se puede mencionar la existencia de acciones

alelopáticas de colza sobre soja en un sistema de rotación (Peters *et al.*, 1982), entre gramíneas y leguminosas, en pasturas (Rodrigues, 1992) y especies de *Sorghum* sobre el crecimiento de *Lactuca sativa* L., *Lycopersicon sculentum* Mill., *Portulaca oleracea* L. y *Amaranthus retroflexus* L. (Marchi *et al.* (2008).

La caña de azúcar posee efectos alelopáticos intra e interespecíficos (Sampietro *et al.*, 2007c). Los lixiviados de maloja inhiben significativamente el crecimiento radicular de malezas, tales como *L. sativa*, *Amaranthus quitensis* L. Kunth, *Bidens subalternans* L., *Brassica campestris* L. y *Sida rhombifolia* L. (Sampietro 2006, 2007a). Considerando la importancia económica del cultivo de la caña de azúcar y del cultivo de soja, las rotaciones comúnmente realizadas entre ambos cultivos y las necesidades de ampliar el conocimiento acerca de los posibles efectos que se podrían llegar a producirse, este trabajo se propuso determinar la existencia de efectos alelopáticos de restos vegetales de la caña de azúcar sobre la soja.

## Materiales y métodos

Los ensayos se realizaron en el laboratorio de la Cátedra Terapéutica Vegetal de la Facultad de Agronomía y Zootecnia, UNT.

### Origen y acondicionamiento del material

De un lote cañero, soca cinco, de Agua Dulce, departamento Leales, Tucumán, se extrajeron, en el mes de agosto, cepa y maloja de caña de azúcar variedad TUC 77-42. Las semillas de soja fueron de ciclo largo (Don Mario 8.0). El suelo, utilizado para el relleno de las macetas, se extrajo del campo experimental de la Facultad, caracterizado por pertenecer a la región del Pedemonte Húmedo Perhúmedo, y corresponde a un Argiudol típico (Mólico/Argílico). El suelo se esterilizó en estufa a una temperatura de 140°C durante 40 minutos.

Las cepas se sometieron a un lavado en agua corriente para eliminar la tierra adherida a las mismas. Luego se colocaron las hojas y cepas, en forma separada, en bandejas metálicas y se secaron en estufa a una temperatura de 50°C hasta obtener peso constante. Posteriormente se trituro el material en molino de martillo tipo Willey Mill de forma de obtener un material vegetal finamente pulverizado.

### Ensayo I

En el mes de noviembre se mezcló parte del

material triturado (cepa o maloja) con el suelo esterilizado en una relación 0, 2, 4 y 6% (v/v). Luego, se llevaron las mezclas, a una razón de 3 kg, a macetas de 5 litros, y se sembraron 5 semillas de soja en cada maceta. En el primer mes se regó cada 3 días con agua destilada estéril, el volumen agregado por maceta fue de 400 ml; pasado el primer mes no se regó y se dejó el material hasta el final del ciclo.

Se utilizó un diseño estadístico completamente aleatorizado con 4 repeticiones por tratamiento. En la Tabla 1 se presentan los tratamientos evaluados.

Siete días posteriores a la siembra se determinó el porcentaje de germinación. Transcurrido un mes, se extrajo una planta por maceta al azar y se determinó altura, longitud radicular, peso fresco y peso seco.

A los dos meses se realizó un raleo dejando una planta por maceta hasta fin de ciclo, determinándose los siguientes parámetros productivos: número de granos, número de vaina por planta y peso de los granos.

### Ensayo 2

Con la otra parte del material triturado (cepa y maloja) se realizaron diluciones de 10, 15 y 20 gr en 200 ml de agua destilada. Dichas concentraciones se licuaron durante tres minutos y se filtraron con embudo tipo Buchner. El líquido filtrado se colocó en tubos de ensayo de 10 ml y se lo centrifugó por diez minutos a 2000 rpm. 25 ml del sobrenadante obtenido fue depositado en cada bandeja de germinación. Éstas, de material plástico de 23 cm de largo x 15 cm ancho x 4 cm de alto, fueron acondicionadas con algodón en su base, seguido de tres capas de papel de filtro, colocándose 25 semillas de soja, separadas unas de otras.

El diseño estadístico fue completamente aleatorizado con 8 repeticiones para cada concentración y para cada material, los tratamientos fueron colocados en cámara de germinación a 26°C, y fotoperiodo de 16 h de luz. Adicionalmente se confinó cada bandeja en bolsa de polietileno para evitar la pérdida de humedad. En la Tabla 2 se presentan los tratamientos evaluados en este ensayo.

Al tercer día de haber realizado los tratamientos se determinó el número de semillas germinadas. Al séptimo día se determinó nuevamente el número de semillas germinadas y se registró la longitud de la radícula y del hipocótilo.

### Análisis de datos

Los resultados obtenidos de las evaluaciones fueron sometidos a un análisis de la varianza. Cuando los resultados fueron significativos se aplicó el test de Tukey.

Estos análisis se realizaron mediante el programa Infostat 2008.

## Resultados

### Ensayo 1

El número de semillas germinadas por maceta en el Ensayo 1 se muestran en la Tabla 3. Los resultados del ANOVA mostraron diferencias significativas entre tratamientos ( $F = 5,69$ ;  $p = 0,001$ ;  $gl = 6,21$ ). En general se aprecia que a mayor porcentaje del elemento vegetal, ya sea cepa o maloja, disminuye el porcentaje de germinación. Sin embargo, estas diferencias no son significativas para cepa cuando se la compara con el testigo. Para maloja, la concentración de 4% mostró valores significativamente mayores que el testigo.

**Tabla 1.** Tratamientos correspondientes al Ensayo 1.

Número de tratamiento	1	2	3	4	5	6	Testigo
Material vegetal	Hoja	Hoja	Hoja	Cepa	Cepa	Cepa	-----
Concentración	2%	4%	6%	2%	4%	6%	0%

**Tabla 2.** Tratamientos correspondientes al Ensayo 2.

Número de tratamiento	1	2	3	4	5	6	Testigo
Material vegetal	Hoja	Hoja	Hoja	Cepa	Cepa	Cepa	-
Concentración (gr/ml de agua destilada)	0,05	0,075	0,10	0,05	0,075	0,10	0
Sobrenadante límpido/ bandeja (ml)	25	25	25	25	25	25	25 (agua destilada)

**Tabla 3.** Número promedio de semillas germinadas y error estándar por cada tratamiento en el Ensayo 1.

Material vegetal	Concentración	Tratamiento	Germinación		e.e.	N
Maloja	2%	1	4,25	bc	0,48	4
	4%	2	4,50	c	0,29	4
	6%	3	3,75	abc	0,25	4
Cepa	2%	4	4,00	bc	0,70	4
	4%	5	2,25	ab	0,48	4
	6%	6	1,75	a	0,48	4
Testigo	-	7	2,25	ab	0,48	4

Valores con distinta letra difieren significativamente (prueba de Tukey,  $P < 0,05$ ).

**Tabla 4.** Valores promedios de peso fresco, longitud radicular, longitud de la parte aérea, peso seco y error estándar en cada caso en el Ensayo 1.

Material vegetal	Concentración	Peso fresco	e.e.	Longitud radicular	e.e.	Longitud de la planta	e.e.	Peso Seco	e.e.
Maloja	2%	1,78 a	0,20	60,75 a	7,79	214,0 a	12,76	0,13 a	0,025
	4%	1,73 a	0,18	64,75 a	7,19	185,5 a	11,30	0,18 a	0,025
	6%	1,73 a	0,14	43,50 a	4,52	201,7 a	2,36	0,18 a	0,025
Cepa	2%	1,90 a	0,10	57,25 a	6,33	204,2 a	8,50	0,18 a	0,025
	4%	1,93 a	0,17	55,00 a	4,02	196,0 a	5,26	0,18 a	0,025
	6%	1,95 a	0,13	56,50 a	3,30	181,5 a	7,07	0,18 a	0,025
Testigo	-	1,83 a	0,13	49,75 a	5,20	204,0 a	12,03	0,18 a	0,050

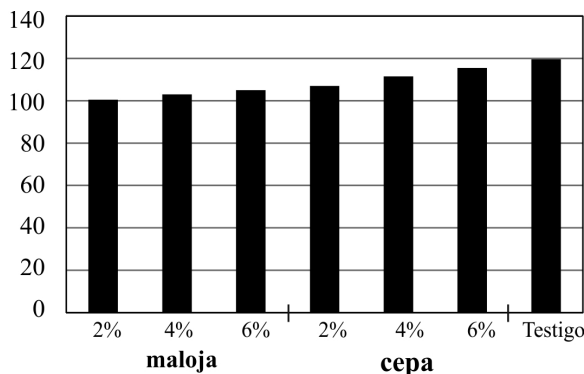
Para ninguna de las variables analizadas se detectaron diferencias significativas entre medias.  $N = 4$  para todas las variables y tratamientos.

Los valores promedios del peso fresco, de la longitud radicular, longitud de la parte aérea, y peso seco de las plantas extraídas al mes de la siembra, se muestran en la Tabla 4. Los resultados del ANOVA mostraron que no hay diferencias significativas en las variables analizadas (peso fresco:  $F = 0,369$ ;  $P = 0,891$ ;  $gl = 6,21$ ; longitud radicular:  $F = 1,51$ ;  $P = 0,222$ ;  $gl = 6,21$ ; longitud de la parte aérea:  $F = 1,53$ ;  $P = 0,216$ ;  $gl = 6,21$ ; peso seco de las plantas:  $F = 1,003$ ;  $P = 0,450$ ;  $gl = 6,21$ ).

Los valores promedio del número de granos, peso de los granos y número de vainas por planta al final del ciclo del cultivo se muestran en la Tabla 5. Los tratamientos llevados a cabo mostraron un impacto en las variables analizadas (número de granos:  $F = 11,31$ ;  $P < 0,001$ ;  $gl = 6,17$ ; peso de los granos:  $F = 7,39$ ;  $P < 0,001$ ;  $gl = 6,17$ ; número de vainas:  $F = 5,88$ ;  $P = 0,002$ ;  $gl = 6,17$ ). En cuanto al número de granos, los tratamientos con 4 y 6% de maloja (con valores de 17 a 11) muestran valores más bajos que los tratamientos con 4 y 6% de cepa (con valores de 30 a 33). A su vez, el testigo difirió significativamente de los tratamientos con maloja y no de los tratamientos con cepa. Con respecto al número de vainas, se observaron diferencias significativas entre el

tratamiento con un 6% de maloja (con menores valores) que en los tratamientos con 4% y 6% de cepa y el testigo.

En cuanto al peso de los granos, se observaron diferencias entre los tratamientos con maloja (con rendimientos entre 100,5 a 105 gramos/planta) y los tratamientos con cepa y el testigo (con valores de 107 a 119,5 gramos/planta). Estos valores muestran, en todas las variables, un efecto negativo por parte de los tratamientos con maloja, resultado que no se observa en los tratamientos con cepa. En la Figura 1 se presenta el peso promedio por planta para cada tratamiento.

**Figura 1.** Peso promedio por planta por cada tratamiento en el Ensayo 1.

**Tabla 5.** Valores medios del número de granos, número de vainas y peso de los granos por hectárea y error estándar en cada caso en el Ensayo 1.

Material vegetal	Concentración	Granos	N	e.e.	Vainas	N	e.e.	Peso grano	N	e.e.
Maloja	2%	21,50 ab	2	2,51	12,50 ab	2	1,50	100,50ab	2	0,55
	4%	17,00 a	3	1,53	9,00 ab	3	0,58	103,00ab	3	0,20
	6%	11,00a	4	4,41	6,00 a	4	2,16	105,00a	4	0,71
Cepa	2%	15,33 a	3	2,60	9,33 ab	3	2,40	107,00ab	3	0,62
	4%	31,00 b	4	1,78	18,75 b	4	2,81	111,50abc	4	0,5
	6%	30,75 b	4	2,25	18,00 b	4	2,38	115,50c	4	0,84
Testigo	-	33,25 b	4	1,93	19,50 b	4	2,32	119,50bc	4	0,97

Valores con distinta letra difieren significativamente (prueba de Tukey,  $P < 0,05$ ).

**Tabla 6.** Valores promedios del número de semillas germinadas al día tres y al día siete, y sus respectivos desvíos estándar, para determinar la existencia de efectos adversos de los residuos de caña de azúcar sobre el cultivo de soja. Ensayo 2.

Material vegetal	Concentración (gr/ml)	Día 3			Día 7		
		Germ.	N	e.e.	Germ.	N	e.e.
Maloja	0,05	10,00 abc	8	0.49	22,50 ab	8	0.38
	0,075	9,88 abc	8	2.07	21,88 ab	8	0.64
	0,1	9,38 ab	8	1.46	20,38 a	8	0.68
Cepa	0,05	8,75 a	8	1.45	23,38 b	8	0.37
	0,075	16,50 c	8	0.80	22,75 ab	8	0.62
	0,1	11,00 abc	8	2.14	22,25 ab	8	0.77
Testigo	-	16,13 bc	8	2.01	21,75 ab	8	0.56

Valores con distinta letra difieren significativamente (prueba de Tukey,  $P < 0,05$ ).

### Ensayo 2

Los valores promedios del número de semillas germinadas al día tres y al día siete se muestran en la Tabla 6. En ambos casos el ANOVA resultó significativo (número de semillas germinadas al día tres:  $F = 4,09$ ;  $P = 0,002$ ;  $gl = 6, 49$ ) y al día siete ( $F = 2,56$ ;  $P = 0,030$ ;  $gl = 6,49$ ). La concentración más baja de cepa afectó el vigor en forma más pronunciada que el resto de los tratamientos. Asimismo, a mayor concentración de maloja disminuyó el porcentaje de germinación; si bien las diferencias no fueron significativas, tienen concordancia con los resultados del Ensayo 1. En cuanto a la germinación al día 7, se puede observar que las diferencias entre tratamientos fueron aún menores y los tratamientos con maloja no se diferenciaron del testigo. En el caso de la cepa, el valor medio de germinación del Tratamiento 4 fue significativamente más alto que el tratamiento de mayor concentración de maloja.

Los valores promedio de la longitud de la radícula e hipocótilo para cada tratamiento se muestran en la Tabla 7. Los resultados del ANOVA mostraron un efecto significativo en las dos variables analizadas (longitud de la radícula:  $F$

$= 48,08$ ;  $P < 0,001$ ;  $gl = 6,857$ ; hipocótilo:  $F = 23,22$ ;  $P < 0,001$ ;  $gl = 6,857$ ). La longitud de la radícula fue significativamente más baja en los tres tratamientos donde se usó maloja. Estas diferencias se presentaron tanto con respecto al testigo como con los tratamientos con cepa. A su vez, los tratamientos con cepa mostraron valores significativamente más bajos que el testigo. Con respecto al hipocótilo la tendencia fue similar a la radícula. Sin embargo, las diferencias no fueron significativas.

### Discusión

El presente trabajo analizó el efecto de los residuos de caña de azúcar sobre distintos parámetros del cultivo de soja, con el objetivo de identificar la presencia de un efecto alelopático de la caña de azúcar sobre la soja. Se observó que fue posible obtener resultados donde los residuos de caña de azúcar, en este caso la maloja, causaron inhibiciones en distintos parámetros medidos en el cultivo de soja. Este hecho fue evidente en los ensayos en maceta al final del ciclo del cultivo y en los ensayos de laboratorio en plántulas de 3 días. En este último caso, la variable más afecta-

**Tabla 7.** Valores promedios de longitud de radícula e hipocótilo y error estándar en cada caso. Ensayo 2.

Material vegetal	Concentración (gr/ml)	Largo radicular	N	e.e.	Largo hipocótilo	N	e.e.
Maloja	0,05	2,46 a	128a	0,21	7,98 bc	128	0,28
	0,075	2,64 a	128a	0,20	7,32 bc	128	0,26
	0,1	1,70 a	128a	0,16	5,50 a	128	0,25
Cepa	0,05	4,19 b	128b	0,24	9,98 de	128	0,28
	0,075	4,21 b	128b	0,24	8,91 cd	128	0,29
	0,1	3,82 b	96b	0,25	10,70 e	96	0,81
Testigo	-	6,52 c	128c	0,3	6,71 ab	128	0,38

Valores con distinta letra difieren significativamente (prueba de Tukey,  $P < 0,05$ ).

da fue el largo de la radícula. Con respecto a la cepa, no se observó la misma tendencia; los resultados en muchos casos fueron muy variables, con valores cercanos a los del testigo, e incluso superiores a éste.

La diferentes respuestas de la maloja y la cepa podrían deberse a que las concentraciones del metabolito con actividad alelopática varían según la parte de la planta que se estudie, como sucede con el género *Brachiaria*, en el que se comprobó que la mayor concentración de metabolitos secundarios con actividad alelopática se encuentran en mayor concentración en la parte aérea que en la parte subterránea (Souza Filho *et al.*, 1997). Así, para todas las evaluaciones realizadas, para una concentración determinada de cepa o maloja, no se manifestaron iguales resultados.

Existen estudios previos que involucran especies de la familia *Poaceae* con efectos alelopáticos sobre la familia *Fabaceae*, como es el caso de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickert sobre *Mimosa pudica* L., *Senna obtusifolia* L. (Irwin y Barneby) y *Senna occidentalis* (L.) Link (Souza Filho *et al.*, 2005), y específicamente, se conoce la existencia de compuestos aislados del cultivo de caña de azúcar que manifiestan efectos alelopáticos sobre otras especies vegetales como ser *B. campestris*, *L. sativa*, *A. quitensis*, *B. subalternans* y *S. rhombifolia* (Sampietro, 2006; Sampietro *et al.*, 2007b). Estudios donde se evaluaron determinadas partes de la planta, demuestran que los lixiviados de la maloja de caña de azúcar inhiben el desarrollo de *B. subalternans* y *B. campestris* (Sampietro y Vattuone, 2006). Este trabajo aporta un nuevo ejemplo de efectos alelopáticos entre especies de estas dos familias que involucra dos cultivos.

Los efectos alelopáticos de una planta sobre otra son específicos, tanto a nivel de las especies vegetales involucradas como de la parte afectada de la planta receptora. Por ejemplo, *Brachiaria brizanta* (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf demostró

causar un efecto negativo mayor en *M. pudica* que en *S. obtusifolia*, afectando mayormente la elongación de la radícula y la germinación que la elongación del hipocótilo, mientras que *Paspalum maritimum* Trin., demostró causar un mayor efecto negativo en *S. obtusifolia* que en *M. pudica*. (Souza Filho y Mourau, 2010). Estudios que involucraron varias especies de la familia *Fabaceae*, demostraron, de modo general, que lo más afectado es la elongación de la radícula y lo menos sensible, la elongación del hipocótilo (Mourau Junior y Souza Filho, 2010). Los resultados del presente trabajo son coincidentes con esto último.

El estado fenológico en que se produce el efecto alelopático también es variable. En el caso de la soja, se comprobó que los efectos alelopáticos de las coberturas muertas de *Brachiaria plantaginea* (Link) A. S. Hitchc. tienen efectos inhibitorios que se hicieron sentir en los primeros estadios y después desaparecieron (Almeida, 1986). En el presente trabajo, los efectos de la caña de azúcar se evidenciaron tanto al principio como al final del cultivo.

Las respuestas producidas por la cepa, donde la menor concentración presentó una tendencia hacia una mayor geminación, podrían explicarse mediante el concepto de Rice (1984), tomado para *B. humidicola* donde se observa la existencia de efectos estimuladores cuando las concentraciones del aleloquímico están en bajas concentraciones (Souza Filho *et al.*, 2005). Sin embargo, en nuestro caso, para aseverar esto, es necesario repetir los experimentos y confirmar la tendencia observada.

Los resultados obtenidos permiten concluir que existen efectos alelopáticos por parte de la maloja de caña de azúcar sobre la soja. Esto se refleja principalmente en parámetros tales como longitud de la radícula, número de granos, número de vainas y rendimiento del cultivo. La gran variabilidad en las respuestas, observada en algu-

nos casos, muestra que es necesario profundizar los estudios para determinar qué concentración y qué material (cepa o maloja o ambos) induce el mayor efecto alelopático. Asimismo, este trabajo sienta bases para la realización de estudios tendientes a identificar el o los compuestos químicos involucrados. De esta manera, estos estudios permitirán entender con mayor detalle cómo se manifiesta el efecto alelopático y bajo qué condiciones. Por último, hay que destacar que este es el primer trabajo de alelopatía que involucra a dos de los cultivos más importantes de la provincia de Tucumán, como lo son el cultivo de caña de azúcar y el cultivo de soja, y brindan información relevante a la hora de tomar decisiones en el manejo del cultivo, principalmente en lo que respecta al esquema de rotaciones.

### Referencias bibliográficas

- Almeida, F. S. (1986). Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. Pesquisa Agropecuaria Brasília 26(2): 221-236.
- Costas Aguilera, C. V. (2007a). Manejo y control de malezas en el cultivo de caña de azúcar. Centro de Investigación Tecnológica y de Transferencia de la Caña de Azúcar (CITTCA). Santa Cruz-Bolivia. P 28.
- Costas Aguilera, C. V. (2007b). Manejo y control de malezas en el cultivo de caña de azúcar. Centro de Investigación Tecnológica y de Transferencia de la Caña de Azúcar (CITTCA) Serie técnica n°4. Santa Cruz-Bolivia. P 16.
- Domingo Yagüez, J.; Ferreyra, A. ; Langhi, R.; Pausich, G.; Pezzola, A.; Coma, C. (2011). Campaña 2010-2011 República Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria RIAN-Red de información Agropecuaria Nacional. [inta.gob.ar/...2010...argentina/.../inta-campaña-sojera%202010-11.pdf](http://inta.gob.ar/...2010...argentina/.../inta-campaña-sojera%202010-11.pdf).
- Durigan, J.C.; C., Souza de Almeida, F.L. (1993). Nociones sobre la alelopatía. Jaboticabal, FUNEP. P. 15-18.
- Lantmann, A.F. (1992). Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária-Embrapa.p.21,22.
- Marchi G., Marchi E. C. S., Wang G., McGiffen M. (2008). Efeito da idade de um híbrido de sorgo y com capim-sudao em sua ação alelopática. Planta daninha 26(4): 707-716.
- Mourau JR, M.; Souza Filho, A.P.S. (2010). Diferenças no padrão da actividade alelopática em especies da familia leguminosae. Planta Daninha, V.28, N° especial, p. 939-951.
- Muller, C.H. (1996). The role chemical inhibition (allelopaty) in vegetación competition. Bulletin of the Torrey Botanical Club, 93(5): 322-51.
- Neugebauer, B. (1993). Agricultura ecológicamente apropiada. (Alemania). ZEL. 159 p. P. 115-117.
- Ostengo, S.; Espinosa, M.A.; García, M.B.; Delgado, N.; Cuenya, M.I. Distribución de variedades comerciales de caña de azúcar en la provincia de Tucumán, R. Argentina. Relevamiento de la campaña 2010/2011. Estación experimental agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) - Avance Agroindustrial 33 (4).
- Peters, J.A.; Gastal, M.F.C.; Finger, F.E. (1982). Estudo das possíveis propriedades alelopáticas da colza (*Brassica napus L.*). XIV Congresso brasileiro de herbicidas e ervas daninha, Campinas. P. 14-15.
- Putnam, A.R. (1985). Weed allelopaty. In: DUKE, S.D. Weed Physiology. Boca Raton, CRC Press. P.131-55.
- Rodrigues, L. R. de A, Rodrigues, T. de J. D., Reis, R. A. (1992). Alelopatia en plantas forrajeras. Jaboticabal, SP, funep. P. 2;5;8.
- Romero, E., Digonzelli, P., Scandaliaris J. (2009). Manual del cañero. P.15,37,48,79
- Sampietro, D.A. (2006). Sugarcane: Soil sickness and autotoxicity. Allelopathy Journal 17 (1): 33-41.
- Sampietro D. A.; Vattuone, M. A. (2006). Nature of the Interference Mechanism of Sugarcane (*Saccharum officinarum L.*) Straw. Plant and Soil 280(1-2): 157-169.
- Sampietro, D. A.; Sgariglia, M. A.; Soberón, J. R.; Quiroga, E. N.; Vattuone, M. A. (2007a) Role of sugarcane straw allelochemicals in the growth suppression of arrowleaf sida. Botany. 60 (3): 495-503.
- Sampietro, D.A., Sgariglia, M.A., Soberón, J.R., Vattuone, M.A. (2007b). Efectos aleloquímicos de la paja de caña de azúcar sobre el crecimiento y la fisiología de los cultivos y las malezas. Allelopathy Journal 19 (2): 351-360.
- Sampietro, D.A., Soberón, J.R., Sgariglia, M.A., Quiroga, E.N., Vattuone, M.A. (2007c). Allelopathic plants. 17. Sugarcane (*Saccharum officinarum L.*). Allelopathy Journal 20 (2): 243-250.
- Sampietro D. A. (2008). Hipertextos del área de biología. Alelopatía: concepto, características, metodología de estudio e importancia. Cátedra de fitoquímica. Instituto de estudios vegetales "Dr. Antonio Sampietro". Tucumán. Argentina.
- Souza Filho, A.P.S.; Mourau JR, m. (2010). Padrão de resposta de Mimosa pudica y Senna obtusifolia a actividades potencialmente alelopática de especies de poaceae. Plantha Daninha 28: 927-938.
- Souza Filho, A.P.S.; Pereira, A.A.G.; Bayma, J.C. (2005). Aleloquímico producido pela gramínea forrageira Brachiaria humidicola. Planta Daninha 23 (1): 25-32.
- Souza Filho, A.P.S.; Rodrigues, L.R.A.; Rodrigues, T.J.D. 1997. Inibicao da germinacao e alongamento da radícula de invasoras de pastagens pelos extratos aquosos de gramíneas forrageiras tropicais. Pasturas tropicais 19 (1): 45-50.
- Szczepanski, A.J. 1977 Allelopathy as a mean of biological control of water weeds. Aquatic Botany 3: 193-7.