

LA FUENTE DE NITRÓGENO COMO HERRAMIENTA AUXILIAR EN EL MANEJO DE LAS MALAS HIERBAS

Rubio-Asensio J.S.*, Bardisi E., Fernández-García N.,
Soto A., Olmos E.

Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura, CSIC,
Espinardo, 30100 Murcia, España.

*jsrubio@cebas.csic.es

Resumen: Los resultados de producción de biomasa, tanto de parte aérea como de raíz, nos muestran las distintas preferencias por una u otra fuente [(nitrato (NO_3^-) o amonio(NH_4^+))] de nitrógeno (N), así como la influencia de la fuente de N en la respuesta a la dosis (2 mM vs. 0,2 mM) en la zona radicular: *Amaranthus viridis* y *Chenopodium album* prefieren el NO_3^- y no responden a la dosis de NH_4^+ , *Conyza bonariensis* y *Solanum nigrum* también prefieren el NO_3^- pero responden a la dosis de NH_4^+ , mientras que *Sonchus oleraceus* prefiere el NH_4^+ y no responde a la dosis de NO_3^- . Igualmente, la fuente de N, y no sólo la dosis de N, tiene una gran repercusión en la relación carbono/nitrógeno (C/N) tanto de la parte aérea como de la raíz. El conjunto de los resultados sugiere que el manejo de la fuente de N en los sistemas agrícolas podría ayudar al manejo de las malas hierbas y con ello a su control, en pro de hacer una mejor optimización de los recursos.

Palabras clave: Biomasa, fertilización, manejo del hábitat.

Summary: *The nitrogen source as a tool for weeds management.* The results of biomass production both in terms of shoot and root, show distinct plants preferences for the nitrogen source; *Amaranthus viridis* and *Chenopodium album* prefers NO_3^- and does not respond to the dose of NH_4^+ , *Conyza bonariensis* and *Solanum nigrum* also prefers NO_3^- but respond to the dose of NH_4^+ , and finally *Sonchus oleraceus* prefers NH_4^+ over NO_3^- and does not respond to the dose of NO_3^- . Here, we also show that the source of N has a major role in plant N and C concentration. Overall, these results indicate that N fertilization (source and dose) may be a tool for the management of weeds in agricultural system where the farmer has control over the source of N applied.

Keywords: Biomass, fertilization, environment management.

INTRODUCCIÓN

Conocer la influencia de la fertilización nitrogenada en la producción de biomasa y el balance de N y C de las malas hierbas debería ayudar al manejo de éstas y por tanto a su control. La concentración de N en el suelo es un factor determinante de la presencia y ecología de malas hierbas, así como de la competencia con los cultivos por este recurso (Blackshaw et al., 2003; Andreasen et al., 2006) (Figura 1). Se conoce bien la preferencia y la respuesta de las malas hierbas por los niveles altos de N que suelen tener los suelos cultivados (Harbur & Owen, 2004; Lindquist et al., 2010; Lindsey et al., 2013b). Sin embargo, no hay estudios que diferencien la respuesta de las malas hierbas a las dos principales fuentes de N que se utilizan en los sistemas agrícolas, nitrato (NO_3^-) y amonio (NH_4^+), y por tanto puedan distinguir las preferencias por una u otra fuente de N entre las distintas especies. Puesto que diferentes especies de plantas tienen distinta preferencia por NO_3^- y NH_4^+ (Britto & Kronzucker, 2013), la fertilización nitrogenada nos podría facilitar el manejo de las malas hierbas y así su control. El objetivo de este trabajo es saber y distinguir el efecto de la fuente y dosis de N en la producción de biomasa y las concentraciones de N y C en la parte aérea y raíz, en cinco especies de malas hierbas.



Figura 1. Ejemplos de competencia por recursos entre las malas hierbas y los cultivos. 1a) Campo de limoneros jóvenes con presencia de *Ch. album*; 1b) Cultivo de brócoli con presencia de *Ch. album*; 1c) Cultivo de tomate en invernadero con presencia de *A. viridis*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material vegetal

Se utilizaron cinco especies de malas hierbas que representan a tres familias; i) *Solanaceae*; *Solanum nigrum*, ii) *Asteraceae*; *Sonchus oleraceus* y *Conyza bonaeriensis*, y iii) *Amaranthaceae*; *Chenopodium album* y *Amaranthus viridis*. Las semillas fueron recolectadas en una finca de cítricos en Alhama de Murcia y guardadas a 4°C.

Condiciones de crecimiento y tratamientos

Las semillas se germinaron en pequeñas cajas de plástico (250 cm³), opaco la mitad inferior y transparente la mitad superior, rellenas de arena lavada hasta una altura de 1,5 cm. La arena se humedeció con agua bidestilada que contenía una concentración de 100 µM de KNO₃, y tras dejar las semillas en la superficie, las cajas se cubrieron con papel de aluminio. Tras 4-6 días, dependiendo de la especie de planta, se quitó el papel de aluminio y se dejaron por 10 días más en la caja hasta que los cotiledones estaban bien desarrollados. En ese momento, aproximadamente 15 días tras la siembra, las plántulas se trasladaron a diferentes barreños (de 15 L de capacidad) que contenían una solución nutritiva Hoagland modificada. Las plantas germinaron y crecieron en una cámara de crecimiento en condiciones de temperatura (día 25°C/noche 18°C), humedad (día 60%/noche 80%), y luz (15 horas de fotoperiodo con una radiación PAR de 400 µmol m⁻² s⁻¹) controladas. Los tratamientos consistían en la combinación de dos fuentes de nitrógeno (NO₃⁻ y NH₄⁺) con dos niveles de nitrógeno (2 mM y 0,2 mM). Las plantas se mantuvieron en los tratamientos hasta que iniciaron la fase de floración; 34, 48, 94, 41, 42 días tras la siembra en *A. viridis*, *Ch. album*, *C. bonaerensis*, *S. nigrum* y *S. oleraceus*, respectivamente.

Medidas y determinaciones

Al final del periodo experimental las plantas fueron cosechadas, separando la parte aérea (hojas y tallos) y la raíz. La raíz fue lavada con agua a 4°C para eliminar la solución nutritiva. Ambas partes de la planta fueron puestas en una estufa durante 2-3 días y pesadas. A continuación el material vegetal fue pulverizado y analizado para N y C total. El análisis estadístico (IBM SPSS v. 22) se basó en el análisis de varianza factorial para distinguir el efecto de la fuente y dosis de N y si hubo interacción entre ambos factores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de producción de biomasa, tanto de parte aérea como de raíz, y biomasa total, nos muestran la enorme diversidad que hay en cuanto a las preferencias por una u otra fuente de nitrógeno y la dependencia de estas preferencias de la dosis de N en la zona radicular (Figura 2A, Tabla 1). *A. viridis*, *Ch. album*, *C. bonaerensis* y *S. nigrum* prefieren el NO₃⁻, mientras que *S. oleraceus* prefiere el NH₄⁺. Entre las que prefieren el NO₃⁻, podemos hacer dos grupos, el primero compuesto por la familia *Amaranthaceae*, que con NH₄⁺ reducen drásticamente la biomasa y no responden a la dosis de esta forma de N, y el segundo grupo compuesto por *C. bonaerensis* y *S. nigrum* que aunque prefieren el

NO_3^- toleran el NH_4^+ y responden al incremento de la dosis de este. Interesantemente, *S. oleraceus* incrementó considerablemente la producción de biomasa con 2 mM de NH_4^+ con respecto a los demás tratamientos, y no respondió al incremento de NO_3^- en la solución nutritiva. En general tanto la parte aérea como la raíz siguen la misma tendencia, observándose los mayores contrastes en la producción de biomasa aérea. De hecho, la influencia de la dosis de N en la producción de biomasa aérea en las cinco especies dependió de la fuente de N empleada (Tabla 1). En cuanto a la distribución de biomasa entre la parte aérea y la raíz, el mayor efecto lo tuvo la dosis de N (Figura 2A, Tabla 1). Como norma general, con dosis altas de nitrógeno hay mayor distribución de biomasa a la parte aérea, y con dosis bajas hay mayor distribución de biomasa hacia la raíz. La excepción a esta norma fue en las plantas de *S. oleraceus* donde la distribución de biomasa no respondió ni a la forma ni a la dosis de N en la zona radicular.

La concentración de N total en la PA disminuyó al disminuir la concentración de N en la zona radicular, independientemente de la forma de N (Figura 2B, Tabla 2). Especialmente con 2 mM de N, la concentración de N total en la PA fue mayor al usar NH_4^+ que usando NO_3^- . La concentración de N total en la raíz siguió la misma tendencia que en la PA. En cuanto a la concentración de C total lo más notable fue la mayor concentración encontrada en las plantas con dosis alta de NH_4^+ . La relación C/N fue mayor cuando la dosis de N en la zona radicular es baja. Excepto en *S. oleraceus* la proporción C/N fue mayor cuando se empleó NO_3^- en lugar de NH_4^+ como fuente de N.

El uso de NO_3^- u NH_4^+ por la planta tiene un contrastado impacto tanto en el metabolismo del nitrógeno como en el del carbono en la planta (Bloom, 2015; Rubio-Asensio et al., 2015). Los resultados de este trabajo evidencian este hecho, y muestran que la fuente de N que usa la planta puede determinar en gran medida su adaptación al medio y por tanto su grado de competitividad con otras especies (Britto & Kronzucker, 2013). Es bien conocido que el nivel de N en el suelo es un factor determinante de la competición entre las malas hierbas y el cultivo, y que saber la respuesta de los cultivos y las malas hierbas a las dosis de N en el suelo nos puede servir para optimizar la dosis de fertilización y así incrementar la ventaja competitiva del cultivo (Harbur & Owen, 2004; Lindquist et al., 2010; Wortman et al., 2011; Lindsey et al., 2013b). Sin embargo, no hay datos de preferencias por NO_3^- vs. NH_4^+ , entre las malas hierbas. A nuestro juicio este es el primer trabajo que pone de relieve el papel que la fuente de N, y no sólo la dosis de N, tiene en la producción de biomasa y su distribución entre la parte aérea y la raíz, así como en el balance de N y C. Por ejemplo, la liberación de N de los desechos de malas hierbas está correlacionado con la relación C/N en los tejidos de estas (Lindsey

et al., 2013a). Valores bajos de C/N (< 19) se relacionan con desechos que liberarán N al suelo y contribuirán al crecimiento de la vegetación, mientras que valores altos de C/N (> 19) inicialmente inmovilizarán el N, y este podría no estar disponible para la vegetación. En este sentido, y como vemos en la Figura 2B, no solo la dosis de N, sino también la fuente de N en el suelo, influiría en la capacidad de esas plantas para liberar a largo plazo nitrógeno al suelo.

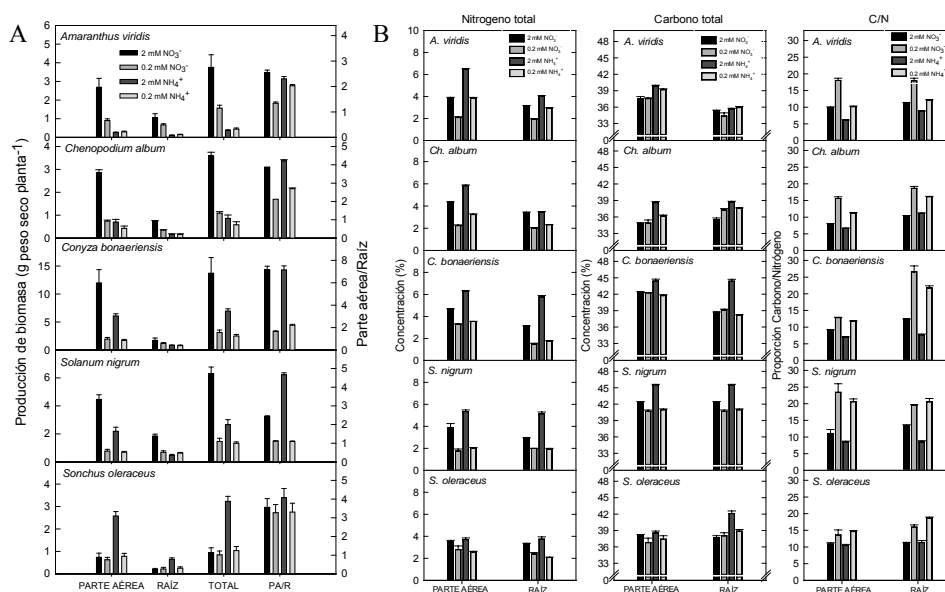


Figura 2. A) Producción de biomasa (g peso fresco por planta) de parte aérea, raíces y total, y la proporción parte aérea/raíz (PA/R) en cinco especies de malas hierbas en respuesta a la fuente (NO₃⁻ vs. NH₄⁺) y dosis (2 mM vs. 0,2 mM) de nitrógeno en la solución nutritiva. B) Concentración de N total, C total y relación C/N en la parte aérea y raíz en cinco especies de malas hierbas en respuesta a la fuente (NO₃⁻ vs. NH₄⁺) y dosis (2 mM vs. 0,2 mM) de nitrógeno en la solución nutritiva. Las barras representan las medias ± el error estándar (n=5-6). Los resultados del análisis de varianza donde distinguimos el efecto de la fuente y dosis de N, y su interacción se encuentra en la Tabla 1 y 2 para las Figuras 2A y 2B, respectivamente.

Estos y futuros resultados pueden servir para optimizar la fertilización nitrogenada y ayudar al manejo y control de las malas hierbas. Añadimos que saber la fuente predominante de N en el suelo, debería ser una práctica que ayude al manejo del sistema agrícola.

Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural

Tabla 1. Resultados del ANOVA que examina el efecto de la fuente y dosis de N y su interacción en la producción de biomasa de parte aérea (PA), raíz, total y la distribución de biomasa entre PA y raíz (PA/R) en cinco especies de malas hierbas.

Especie	Factor	PA	Raíz	Total	PA/R
<i>A. viridis</i>	Fuente de N	***	***	***	*
	Dosis de N	**	n.s.	*	***
	F x D	**	n.s.	*	***
<i>Ch. album</i>	Fuente de N	***	***	***	***
	Dosis de N	***	***	***	***
	F x D	***	***	***	n.s.
<i>C. bonaerensis</i>	Fuente de N	*	*	*	n.s.
	Dosis de N	***	n.s.	***	***
	F x D	*	n.s.	n.s.	n.s.
<i>S. nigrum</i>	Fuente de N	***	***	***	***
	Dosis de N	***	***	***	***
	F x D	***	***	***	***
<i>S. oleraceus</i>	Fuente de N	***	**	***	n.s.
	Dosis de N	***	**	***	n.s.
	F x D	***	**	***	n.s.

Los símbolos indican diferencias significativas; ***P < 0,001; **P < 0,01; *P < 0,05; n.s., indica que no hay diferencias significativas.

Tabla 2. Resultados del ANOVA que examina el efecto de la fuente y dosis de N y su interacción en la concentración de N total, C total y relación C/N en la parte aérea (PA) y raíz (R) en cinco especies de malas hierbas.

Especie	Factor	N total		C total		C/N	
		PA	R	PA	R	PA	R
<i>A. viridis</i>	Fuente de N	***	***	***	*	***	***
	Dosis de N	***	***	n.s.	n.s.	***	***
	F x D	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	**
<i>Ch. album</i>	Fuente de N	***	**	***	***	***	*
	Dosis de N	***	***	**	n.s.	***	***
	F x D	n.s.	n.s.	**	***	*	**
<i>C. bonaerensis</i>	Fuente de N	**	***	*	***	***	**
	Dosis de N	***	***	**	***	***	***
	F x D	n.s.	**	**	**	n.s.	n.s.
<i>S. nigrum</i>	Fuente de N	*	***	**	**	n.s.	*
	Dosis de N	***	***	***	**	**	***
	F x D	n.s.	**	**	**	n.s.	**
<i>S. oleraceus</i>	Fuente de N	n.s.	n.s.	n.s.	***	n.s.	*
	Dosis de N	**	***	n.s.	*	**	***
	F x D	n.s.	*	n.s.	**	n.s.	*

Los símbolos indican diferencias significativas; ***P < 0,001; **P < 0,01; *P < 0,05; ns, indica que no hay diferencias significativas.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDREASEN C, LITZ AS & STREIBIG JC (2006) Growth response of six weed species and spring barley (*Hordeum vulgare*) to increasing levels of nitrogen and phosphorus. *Weed Research* 46, 503-512.
- BLACKSHAW RE, BRANDT RN, JANZEN HH, ENTZ T, GRANT CA & DERKSEN DA (2003) Differential response of weed species to added nitrogen. *Weed Science* 51, 532-539.
- BLOOM AJ (2015) The increasing importance of distinguishing among plant nitrogen sources. *Current Opinion in Plant Biology* 25, 10-16.
- BRITTO DT & KRONZUCKER HJ (2013) Ecological significance and complexity of N-source preference in plants. *Annals of Botany* 112, 957-963.
- HARBUR MM & OWEN MDK (2004) Light and growth rate effects on crop and weed responses to nitrogen. *Weed Science* 52, 578-583.
- LINDQUIST JL, EVANS SP, SHAPIRO CA & KNEZEVLIC SZ (2010) Effect of nitrogen addition and weed interference on soil nitrogen and corn nitrogen nutrition. *Weed Technology* 24, 50-58.
- LINDSEY LE, STEINKE K, WARNCKE DD & EVERMAN WJ (2013a) Nitrogen release from weed residue. *Weed Science* 61, 334-340.
- LINDSEY LE, WARNCKE DD, STEINKE K & EVERMAN WJ (2013b) Fertilizer and population affects nitrogen assimilation of common lambsquarters (*Chenopodium album*) and redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*). *Weed Science* 61, 131-135.
- RUBIO-ASENSIO JS, RACHMILEVITCH S & BLOOM AJ (2015) Responses of arabidopsis and wheat to rising CO₂ depend on nitrogen source and nighttime CO₂ levels. *Plant Physiology* 168, 156-163.
- WORTMAN SE, DAVIS AS, SCHUTTE BJ & LINDQUIST JL (2011) Integrating management of soil nitrogen and weeds. *Weed Science* 59, 162-170.