

## Nota técnica

# Efectos de la inoculación con *Rhizobium* y de la fecha de siembra en la producción y valor nutritivo de la esparceta en Asturias (España)

J.A. Oliveira<sup>1,\*</sup>, P. Palencia<sup>1</sup>, E. Afif<sup>1</sup>, I. Delgado<sup>2</sup> y F. Temprano<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biología de Organismos y Sistemas. Universidad de Oviedo. C/ Gonzalo Gutiérrez Quirós s/n. 33600, Mieres, España

<sup>2</sup> Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón. Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza, España

<sup>3</sup> IFAPA-Centro Las Torres. Ctra Sevilla-Alcalá del Río, km 12,2. 41200 Alcalá del Río, Sevilla, España

### Resumen

La esparceta (*Onobrychis viciifolia* Scop.) es una leguminosa forrajera de creciente interés en distintos agroecosistemas debido principalmente a la buena palatabilidad, tolerancia a la sequía y presencia de polifenoles, entre ellos los taninos. Se estudió el efecto de la inoculación con dos cepas *Rhizobium* de la semilla de esparceta del ecotipo 'Reznos' y de la fecha de siembra (primavera y otoño) sobre la producción de forraje y valor nutritivo en Asturias, durante 2014 y 2015. Las mayores producciones de materia seca por corte se encontraron en los tratamientos con esparceta inoculados frente a los no inoculados. Igualmente los tratamientos de esparceta inoculados presentaron mayores contenidos en proteína bruta que los no inoculados. En ambos casos no hubo diferencias entre las dos cepas de *Rhizobium*. La siembra primaveral presentó valores más altos de producción por corte que la siembra otoñal. La nodulación de la esparceta resultó eficaz, tanto en su influencia en la producción de materia seca como por sus valores más altos de proteína bruta.

**Palabras clave:** *Onobrychis viciifolia* Scop., producción de materia seca, proteína bruta, fibra ácido detergente, fibra neutro detergente.

### Abstract

**Effects of *Rhizobium* inoculation and sowing date on yield and nutritive value of sainfoin in Asturias (Spain)**

Sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) is a forage legume of growing interest in different agroecosystems due mainly to good palatability, drought tolerance and presence of polyphenols, including tannins. The effect of inoculation with two strains of *Rhizobium* on seed of a sainfoin ecotype 'Reznos' and the sowing date (spring and autumn) on forage yield and nutritive value was studied in Asturias during 2014-2015. The largest production of dry matter per harvest was found in treatments with sainfoin inoculated com-

---

\* Autor para correspondencia: oliveira@uniovi.es

<https://doi.org/10.12706/itea.2017.007>

pared to un-inoculated sainfoin. Similarly, inoculated sainfoin treatments had higher crude protein content than un-inoculated treatments. In both cases, there were no differences between the two *Rhizobium* strains. Spring sowing showed higher values of dry matter yield per harvest than autumn sowing. Nodulation of sainfoin was effective both in its influence on dry matter production and its higher crude protein values.

**Key words:** *Onobrychis viciifolia* Scop., dry matter yield, crude protein, acid detergent fiber, neutral detergent fiber.

## Introducción

El cultivo de leguminosas y gramíneas forrajeras constituye uno de los pilares fundamentales en el desarrollo de sistemas sostenibles de producción de rumiantes en Europa (Lüscher et al., 2014). La esparceta (*Onobrychis viciifolia* Scop.) es una leguminosa forrajera que está recibiendo mucha atención en los últimos años por parte de la Unión Europea (proyectos LegumePlus y HealthyHay) debido a sus efectos beneficiosos (legumeplus.eu) y al interés por diversificar cultivos.

En España, *O. viciifolia* presenta dos formas: la forma *communis* (de un corte o común) y la forma *bifera* (de dos cortes o gigante) (Michelena, 1983, citado en Demdoum (2012)) pudiendo sembrarse en otoño o al inicio de la primavera (Demdoum, 2012).

El *Rhizobium* que nodula la esparceta es muy específico y no suele estar presente en algunos suelos de la Península Ibérica sobre todo si no ha habido cultivos previos, de modo que en suelos con bajo contenido en N mineral y donde se pretenda introducir este cultivo puede ser necesario su inoculación, teniendo en cuenta el posible efecto del abono nitrogenado en la simbiosis (Delgado et al., 2013).

El objetivo de este trabajo es estudiar el comportamiento agronómico de la esparceta en Asturias (Norte de España), para lo cual se estudia el efecto de la inoculación con *Rhizobium* y de la fecha de siembra sobre la producción y el valor nutritivo.

## Material y métodos

### Diseño experimental y manejo del ensayo

El estudio se llevó a cabo en Candas, Asturias (43° 35' N, 5° 47' O y 80 m), en una parcela en la que nunca se había cultivado esparceta, habiendo comprobado la ausencia de rizobios capaces de nodular la esparceta (Oliveira-Prendes et al., 2016). La zona presenta un clima oceánico templado húmedo con precipitación y temperatura media de 1003 mm y 13,9 °C, respectivamente. El suelo presentó un pH de 6,4, materia orgánica de 5,2% y bajos niveles de P y K.

El diseño experimental fue un factorial con dos factores (inoculación y fecha de siembra) en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Las parcelas fueron de 2 m x 5 m y se sembraron manualmente a voleo, el 11/04/2014 y el 31/10/2014, con semilla sin decorticar del ecotipo 'Reznos' (de dos cortes), a una dosis de 100 kg ha<sup>-1</sup>. Las cepas de *Rhizobium* utilizadas son las denominadas ISO3 (procedente de un suelo de Teruel) e ISO12 (proveniente de un suelo de Zaragoza), ambos suministrados por IFAPA (Junta de Andalucía). La inoculación de las semillas se realizó antes de la siembra empleando una cantidad de inoculante (concentración mínima 10<sup>9</sup> bacterias g<sup>-1</sup>) equivalente al 1% del peso de aquellas y una solución adhesiva de goma arábica al 25%.

Los tratamientos de inoculación fueron: esparceta; esparceta + ISO3; esparceta + ISO12

y esparceta + 50 kg N ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Un mes después de la siembra, se determinó la densidad de plantas por parcela en un área de 1 m<sup>2</sup>.

En las parcelas de siembra primaveral se realizaron tres cortes en 2014 y cuatro en 2015 y en las de siembra otoñal se realizaron tres cortes en 2015 con motosegadora, en inicio de floración. Se tomó una muestra al azar de 100 g de biomasa por cada parcela experimental y se secó en estufa a 70 °C. Las muestras secas se molieron para realizar determinaciones de valor nutritivo (proteína bruta y fibras).

A finales de 2015 debido a la falta de persistencia, se determinó el grado de nodulación en las plantas presentes en dos muestreos (0,08 m<sup>2</sup>) por parcela.

### Análisis estadísticos

Los datos fueron analizados utilizando un modelo mixto de análisis de varianza, considerando el tratamiento de inoculación y la fecha de siembra de efectos fijos y la fecha de corte y la repetición de efectos aleatorios con el paquete estadístico R (R Development Core Team, 2008).

### Resultados y discusión

Las mayores producciones por corte se encontraron en los tratamientos con esparceta inoculada (Tabla 1), no habiendo diferencias estadísticamente significativas entre las dos

Tabla 1. Valores medios (y desviación estándar) de las variables: densidad de plantas (Dens), producción de forraje por corte (Prod), proteína bruta (PB), fibra ácido detergente (FAD) y fibra neutro detergente (FND)

Table 1. Mean values (and standard deviation) of the variables: plant density (Dens), yield per harvest (Prod), crude protein (PB), acid detergent fiber (FAD) and neutral detergent fiber (FND)

|                                      | Dens<br>(plantas m <sup>-2</sup> ) | Prod<br>(kg MS ha <sup>-1</sup> ) | PB<br>(% sobre<br>materia seca) | FAD<br>(% sobre<br>materia seca) | FND<br>(% sobre<br>materia seca) |
|--------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Inoculación (I)                      |                                    |                                   |                                 |                                  |                                  |
| Esparceta                            | 85 (11,4)                          | 2208c (1816)                      | 14,7c (2,6)                     | 23,7 (2,4)                       | 38,6 (0,6)                       |
| Esparceta + ISO3                     | 86 (11,9)                          | 3049a (1893)                      | 17,7a (4,0)                     | 23,7 (3,3)                       | 38,6 (2,6)                       |
| Esparceta + ISO12                    | 84 (10,6)                          | 2651ab (1903)                     | 17,1ab (3,2)                    | 23,9 (3,1)                       | 38,9 (2,3)                       |
| Esparceta + 50 kg N ha <sup>-1</sup> | 84 (11,6)                          | 2465bc (2189)                     | 16,1b (2,5)                     | 24,0 (1,7)                       | 38,8 (1,1)                       |
| Significación                        | –                                  | ***                               | ***                             | –                                | –                                |
| Siembra (S)                          |                                    |                                   |                                 |                                  |                                  |
| Primavera                            | 96a (2,1)                          | 3200a (1924)                      | 16,5 (3,7)                      | 23,9 (2,9)                       | 38,9 (2,0)                       |
| Otoño                                | 74b (1,3)                          | 1177b (1161)                      | 16,2 (1,9)                      | 23,6 (1,8)                       | 38,3 (1,1)                       |
| Significación                        | ***                                | ***                               | –                               | –                                | –                                |
| I x S                                | –                                  | –                                 | –                               | –                                | –                                |

Para cada columna, valores seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes (Test de Tukey,  $P > 0,05$ ).

\*\*\* =  $P \leq 0,001$ .

cepas de *Rhizobium*. En Turquía, también Tufenkci et al. (2006) apreciaron un incremento de la producción de forraje de esparceta mediante la inoculación con *Rhizobium*. Las producciones obtenidas se asemejaron más a las obtenidas por Delgado et al. (2014) en regadío en Zaragoza, que a la de su cultivo tradicional en secano. Los tratamientos de esparceta inoculados presentaron mayor contenido en proteína bruta que los no inoculados, no habiendo diferencias entre las dos cepas usadas (Tabla 1). Los valores de proteína bruta y fibras son consistentes con otros resultados obtenidos en ensayos de esparceta (Kaplan, 2011).

Se obtuvieron mayores densidades de plantas y producciones en siembra primaveral res-

pecto a la otoñal (Tabla 1), de forma similar a otros trabajos realizados en Inglaterra (Liu et al., 2008), indicando que las siembras primaverales permiten una mejor implantación y mayor desarrollo de las plantas.

Se encontraron diferencias significativas (Tabla 2) en el número de nódulos y en el peso seco de los nódulos por planta entre los tratamientos inoculados y los no inoculados. No se observaron diferencias significativas en la capacidad de nodulación entre las dos cepas estudiadas. Se observó cierta aparición de nodulaciones en los tratamientos no inoculados debido probablemente a la escorrentía causada por las precipitaciones, desplazamiento por las parcelas, etc.

Tabla 2. Valores medios (y desviación estándar) de las variables: n° de nódulos y peso seco de los nódulos por planta  
Table 2. Mean values (and standard deviation) of the variables: number of nodules and dry weight of nodules per plant

|                                      | N° de nódulos por planta | Peso seco de nódulos por planta (g) |
|--------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Inoculación (I)                      |                          |                                     |
| Esparceta                            | 5,2b (2,5)               | 0,005b (0,002)                      |
| Esparceta + ISO3                     | 52,2a (13,1)             | 0,049a (0,011)                      |
| Esparceta + ISO12                    | 40,8a (11,9)             | 0,040a (0,011)                      |
| Esparceta + 50 kg N ha <sup>-1</sup> | 5,0b (2,2)               | 0,005b (0,002)                      |
| Significación                        | ***                      | ***                                 |
| Siembra (S)                          |                          |                                     |
| Primavera                            | 26,2 (25,9)              | 0,025 (0,024)                       |
| Otoño                                | 25,4 (20,7)              | 0,024 (0,019)                       |
| Significación                        | –                        | –                                   |
| I x S                                | –                        | –                                   |

Para cada columna, valores seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes (Test de Tukey,  $P > 0,05$ ).

\*\*\* =  $P \leq 0,001$ .

## Conclusiones

Se obtuvieron mayores producciones y porcentajes de proteína bruta por corte en los tratamientos de esparceta inoculados con *Rhizobium*, sin que hubiese diferencias significativas entre cepas de *Rhizobium* estudiadas.

La siembra primaveral resultó mejor que la otoñal en cuanto a la producción media por corte y persistencia.

## Agradecimientos

Se agradece la asistencia técnica de la Unidad de Consultoría Estadística de la Universidad de Oviedo y la realización de los análisis de valor nutritivo en el Laboratorio de Nutrición Animal del Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA) de Asturias.

## Bibliografía

Delgado I, Temprano F, Muñoz F, Rodríguez DN (2013). Cultivo de la esparceta (*Onobrychis viciifolia* Scop.) en el valle del Ebro: efecto de la inoculación con *Rhizobium*. En: Los pastos: nuevos retos, nuevas oportunidades. (Ed. Olea L et al.), pp. 163-170. SEEP.

Delgado I, Muñoz F, Andueza D (2014). Evaluación comparativa de la alfalfa y la esparceta, en con-

diciones de secano y regadío de Aragón. En: Pastos y PAC 2014-2020. (Ed. Busqué J et al.), pp. 304-310. SEEP.

Demdoum S (2012). Caracterización agronómica, genética y composición química de una colección de variedades de esparceta. Tesis doctoral. Universidad de Lérida. 204 pp.

Kaplan M (2011). Determination of potential nutritive value of sainfoin (*Onobrychis sativa*) hays harvested at flowering stage. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 10(15): 2028-2031.

Liu Z, Lane G, Davies W (2008). Establishment and production of common sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) in the UK. 1. Effect of sowing date and autumn management on establishment and yield. *Grass and Forage Science* 63: 234-241.

Lüscher A, Mueller-Harvey I, Soussana JF, Rees RM, Peyraud JL (2014). Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe: a review. *Grass and Forage Science* 69: 206-228.

Oliveira-Prendes JA, Palencia P, Afif-Khoury E, Delgado I, Temprano F (2016). Producción y valor nutritivo de esparceta inoculada con dos cepas de *Rhizobium* sp., en Asturias. En: Innovación sostenible en pastos: Hacia una agricultura en respuesta al cambio climático. (Ed. Báez MD et al.), pp. 201-206. SEEP.

Tufenkci S, Erman M, Sonmez F (2006). Effects of phosphorous and nitrogen applications and *Rhizobium* inoculation on the yield and nutrient uptake of sainfoin (*Onobrychis viciifolia* L.) under irrigated conditions of Turkey. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 49: 101-105.

(Aceptado para publicación el 10 de enero de 2017)