



# Macrofauna edáfica: potencial indicador en suelos con producción algodonera

*Lic. (Doc) Melina Soledad Almada, Ing. Agr. Diego Szwarc y Lic. Daniela Vitti - INTA EEA Reconquista*

*Lic. (Doc.) Carolina Masin - INTEC (CONICET - UNL), Maria Soledad Cruz - FHUC (UNL) Santa Fe*

El presente estudio forma parte de un proyecto de “investigación orientada” con financiamiento otorgado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de Santa Fe. A partir de un trabajo interdisciplinario, se estudió la macrofauna del suelo -animales visibles al ojo humano, con un ancho de cuerpo mayor a 2 mm-, como potencial bioindicador de las prácticas agronómicas aplicadas al cultivo de algodón genéticamente modificado (GM) en el norte santafesino.

Para introducirnos en el tema, el suelo es un ambiente heterogéneo que contiene una gran diversidad de organismos con un rol esencial en la estructura y fertilidad del mismo. La macrofauna del suelo puede ser clasificada en grupos funcionales, según la actividad que desempeñan, como ingenieros del suelo, detritívoros (descomponedores), herbívoros y depredadores; todos ellos regulan los procesos edáficos del ecosistema suelo. Por otro lado, los macroinvertebrados son considerados indicadores de la calidad del suelo debido a que su diversidad, abundancia y funciones están fuertemente ligados al estrés y a cambios ambientales en las condiciones del suelo, asociados a las distintas prácticas de cultivo (labranza,

aplicación de fertilizantes y plaguicidas entre otras).

El cultivo de algodón en el norte de Santa Fe es de suma importancia en la economía regional, y en los últimos años se incrementó la superficie cultivada, debido, en gran parte a la modificación genética del cultivo, lo que mejoró la calidad y rendimiento. Además, minimizó el efecto de las plagas y favoreció la tecnificación de la cosecha.

No obstante, aún existe mucha incertidumbre asociada a prácticas de manejo agronómico (fertilización, reguladores de crecimiento, plaguicidas, entre otros) que si se resuelven favorecen la producción en cuanto a calidad y rentabilidad.

Además, el avance en la tecnología de riego ha contribuido a mejorar y estabilizar los rendimientos y la calidad de fibra, minimizando los efectos negativos ocasionados por el estrés hídrico. Ante esto, se propuso estudiar el efecto del riego sobre los macroinvertebrados del suelo en el cultivo de algodón genéticamente modificado (GM) con la finalidad de emplearlos como potenciales bioindicadores del estado del sistema productivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo durante la campaña algodone-  
ra 2017/18, desde octubre de 2017 a marzo de 2018  
en dos sitios agrícolas de 35 ha aproximadamente del  
norte de la provincia de Santa Fe: Barros Pazos (BP)  
(29°10'7.33"S; 59°45'10.42"O) localizado en Reconquis-



ta y La Vertiente (LV) (29° 6'10.55"S; 59°42'36.05"O) en  
Avellaneda. En cada sitio se implementaron dos trata-  
mientos: riego suplementario (sin estrés hídrico) y sin  
riego durante todo el ciclo del cultivo (secano) (Fig. 1).  
La siembra del cultivo de algodón se realizó mediante  
sistema convencional, se utilizó la variedad comercial  
DP 1238 BG/RR.



Figura 1. Lotes algodone-  
ros representativos de ambos sitios, bajo secano (izquierda) y con riego (derecha).

**Tabla 1.** Propiedades físicas y químicas de los suelos  
estudiados en Barros Pazos (Reconquista) y La Vertiente  
(Avellaneda), en el norte de Santa Fe.

|              |         | Barros Pazos<br>(BP) | La Vertiente<br>(LV) | Unidades              |
|--------------|---------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| D.A.         |         | 1.45                 | 1.30                 | g.cm <sup>-3</sup>    |
| M.O.         |         | 1.54                 | 1.58                 | %                     |
| Cox          |         | 0.89                 | 0.91                 | %                     |
| Nt           |         | 0.08                 | 0.09                 | %                     |
| P disponible |         | 54.35                | 45.15                | mg.kg <sup>-1</sup>   |
| C.I.C        | Ca++    | 7.56                 | 7.20                 | cmol.kg <sup>-1</sup> |
|              | Mg++    | 1.36                 | 1.32                 |                       |
|              | K+      | 0.45                 | 0.45                 |                       |
|              | Na+     | 0.22                 | 0.27                 |                       |
| pH           |         | 6.30                 | 6.10                 | -                     |
| C.E.         |         | 0.09                 | 0.09                 | mS.cm <sup>-1</sup>   |
| Textura      | Arena   | 19.5                 | 19.3                 | %                     |
|              | Limo    | 57.9                 | 58.0                 | %                     |
|              | Arcilla | 22.6                 | 22.6                 | %                     |

En cada sitio se realizaron cinco instancias de mues-  
treo:1) Previo a la siembra del cultivo, 2) Estado Ve-  
getativo, 3) Estado Reproductivo-floración, 4) Estado  
Reproductivo-madurez fisiológica. 5) Previo a cosecha.

La macrofauna fue muestreada en dos transectas en  
cada lote, extrayéndose de cada una ocho muestras  
de suelo de (30×30×20 cm), cada 10 m. Los ejem-  
plares recolectados fueron conservados en alcohol

al 70% para su posterior determinación en laborato-  
rio. Desde el punto de vista funcional la macrofauna  
fue agrupada en: ingenieros del suelo, detritívoros,  
herbívoros y depredadores.

Por otro lado, en cada sitio, se tomaron muestras  
de suelo para determinar las propiedades físicas y  
químicas (Tabla 1). Finalmente, se registraron todos  
los agroquímicos aplicados al cultivo en los sitios  
estudiados, los cuales se muestran en la Figura 2,  
en relación a las etapas del cultivo y momentos de  
muestreos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los sitios evaluados, se recolectaron 267 macroinver-  
tebrados pertenecientes a 11 órdenes y 24 familias. Los  
grupos más representativos en todo el estudio fueron los  
coleópteros (escarabajos) (29,2%), seguidos por las lom-  
brices (24,3%), milpiés (22,8%), caracoles (7,1%), hormigas  
(6,7%) y arañas (4,9%), el resto de los organismos ("otros")  
presentaron una proporción menor al 2% (Tabla 2).

La abundancia (cantidad) de individuos, no mostró di-  
ferencias entre los sitios (con riego y secano). Tanto la  
riqueza (número de especies presentes) como la diver-  
sidad de especies presentaron los mayores valores en

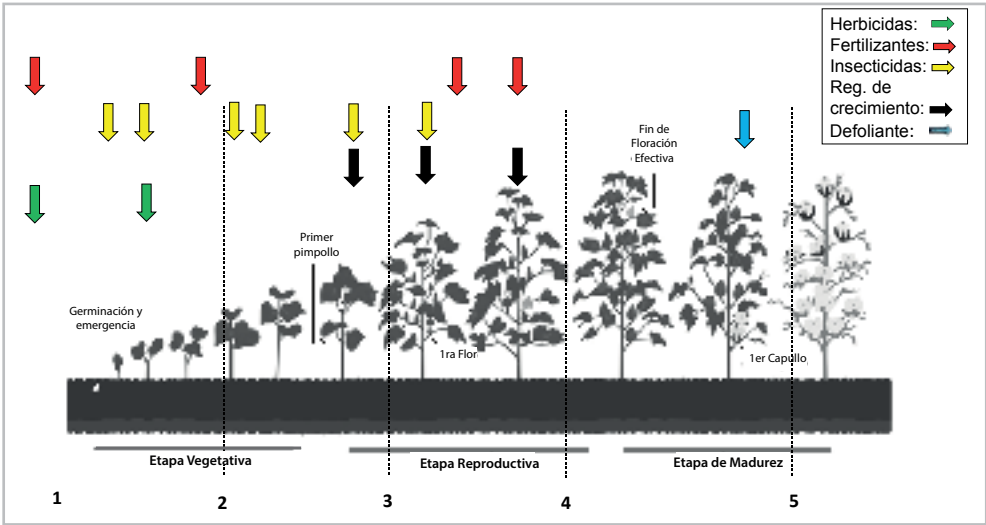


Figura 2. Agroquímicos aplicados en los estados fenológicos del cultivo de algodón en Barros Pazos (Reconquista) y La Vertiente (Avellaneda), en cada muestreo (1, 2, 3, 4 y 5).

los sitios con riego de BP y LV (Tabla 3), con dominancia marcada de algunos grupos como lombrices de tierra en BP, milpiés en LV y coleópteros en ambos sitios.

**Tabla 2.** Macroinvertebrados recolectados en sistemas con cultivo de algodón de Barros Pazos (Reconquista) y La Vertiente (Avellaneda), en el norte de Santa Fe.

| Orden       | Barros Pazos |        | La Vertiente |        | TOTAL |
|-------------|--------------|--------|--------------|--------|-------|
|             | Riego        | Secano | Riego        | Secano |       |
| Arañas      | 4            | 1      | 2            | 6      | 13    |
| Coleopteros | 14           | 25     | 19           | 20     | 78    |
| Lombrices   | 18           | 38     | 2            | 7      | 65    |
| Milpiés     | 15           | 5      | 13           | 28     | 61    |
| Caracoles   | 1            | 4      | 4            | 10     | 19    |
| Hymenoptera | 3            | 3      | 8            | 4      | 18    |
| Otros       | 3            | 5      | 3            | 2      | 13    |
| TOTAL       | 58           | 81     | 51           | 77     | 267   |

**Tabla 3.** Abundancia, riqueza e índices ecológicos en los sistemas algodoneros estudiados en Barros Pazos y La Vertiente en el norte de Santa Fe.

| Índices                                                             | Barros Pazos |        | La Vertiente |        |
|---------------------------------------------------------------------|--------------|--------|--------------|--------|
|                                                                     | Riego        | Secano | Riego        | Secano |
| Densidad (ind./m2): número de individuos por superficie             | 16           | 22     | 14           | 21     |
| Riqueza (S): cantidad de especies presentes                         | 22           | 16     | 22           | 20     |
| Dominancia: especies que mayor abundancia presentaron               | 0,16         | 0,26   | 0,11         | 0,17   |
| Ind. Shannon (H'): tiene en cuenta la riqueza y abundancia especies | 2,38         | 1,9    | 2,64         | 2,3    |

En cuanto a la estacionalidad de los parámetros estudiados, se observó que tanto la riqueza de especies (Fig. 3.a) como la abundancia (Fig. 3.b) fue mayor en el muestreo previo a la siembra (muestreo 1) en ambos sitios. Luego de la implantación del cultivo, ambos parámetros, decrecieron significativamente (muestreo 2). Durante los muestreos 3 y 4, (período reproductivo), el número de especies e individuos se incrementó nuevamente. Finalmente, en el último muestreo, con la planta de algodón defoliada y con bochas maduras (previo a cosecha), la riqueza y abundancia decrecieron significativamente (Fig. 3.a).

En los dos sitios evaluados, se observaron diferencias en los índices ecológicos en relación a los tratamientos, en este sentido, tanto para LV como para BP, se observaron mayores valores de riqueza y abundancia en lotes bajo riego (Fig. 4 a y b).

Respecto a los grupos funcionales, los ingenieros del suelo (lombrices y hormigas), detritívoros (milpiés) y depredadores (arañas, ciempiés, insectos) fueron los más representativos en ambos sitios (Fig. 5). En BP particularmente, tanto en secano como en riego, el grupo de ingenieros del suelo fue el grupo más numeroso, mientras que en LV se destacaron con mayores los detritívoros y depredadores (Fig. 5).

Los resultados indicaron que la composición (abundancia y riqueza) de la macrofauna edáfica en ambos sitios

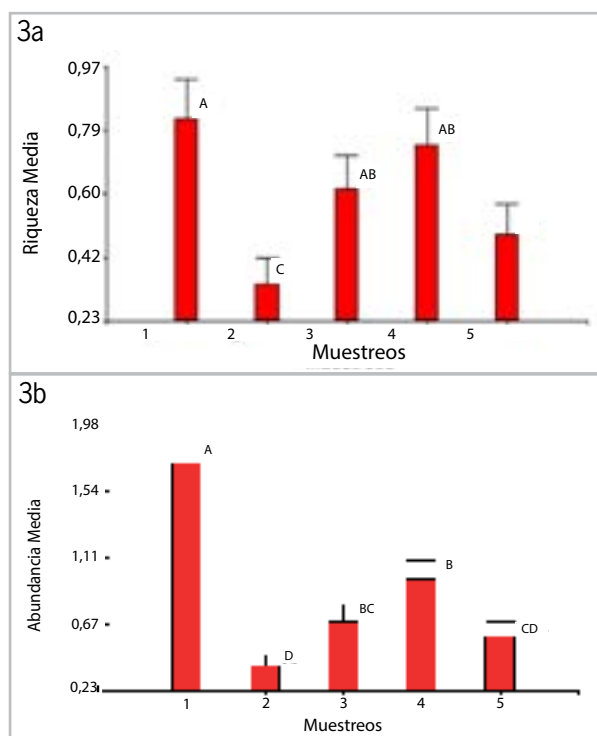


Figura 3. a) Riqueza Media y b) Abundancia Media de la macrofauna registrada por instancias de muestreo. Las barras verticales indican el error estándar de las medias. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p<0.05$ ). Referencias: 1) Previo a la siembra, 2) Estado vegetativo, 3) Estado reproductivo-floración, 4) Estado reproductivo-madurez fisiológica, 5) Madurez fisiológica-Cosecha.

estudiados varía estacionalmente en función de las etapas fenológicas del cultivo de algodón GM, del riego aplicado y el impacto de las prácticas agronómicas (labranza, aplicación y frecuencia de fertilizantes y plaguicidas). Por otra parte, las condiciones ambientales durante la campaña en estudio resultaron en temperaturas más elevadas y precipitaciones más escasas que las medias históricas, condiciones estresantes que pudieron afectar también a la densidad, riqueza y dinámica de los macroinvertebrados de los sitios relevados.

## CONCLUSIONES

La macrofauna edáfica mostró variaciones, tanto en abundancia como en riqueza, durante el desarrollo del cultivo algodón en los diferentes sistemas analizados.

El riego, modifica las condiciones del ambiente, generando un nuevo microclima que favorece el desarrollo de la fauna de suelo.

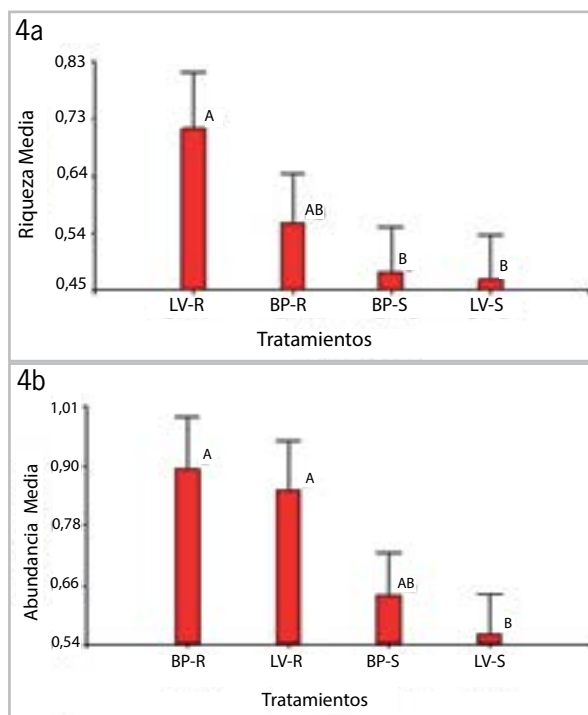


Figura 4. a) Riqueza Media y b) Abundancia Media de especies por Tratamiento. Las barras verticales indican el error estándar de las medias. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p<0.05$ ). Referencias: BP: Barros Pazos, LV: La Vertiente, R= riego, S= seco.

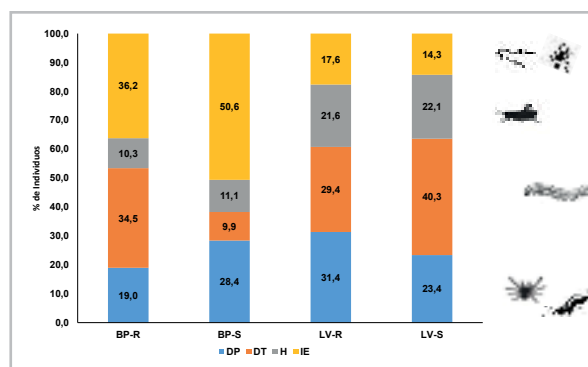


Figura 5. Porcentaje total de los grupos funcionales en los sistemas algodoneros de Barros Pazos (BP) y La Vertiente (LV) por tratamientos. Referencias: DP= Depredadores, DT= Detritívoros, H= Herbívoros, IS= Ingenieros del suelo.

Se observó baja densidad de organismos en todo el estudio, lo que amerita continuar analizando las posibles causas que condicionan su presencia en los sitios.

Los resultados obtenidos enriquecen el inventario de macroinvertebrados edáficos de suelos agrícolas del norte de Santa Fe, constituyendo información básica, útil y complementaria en estrategias de manejo y sustentabilidad de los sistemas productivos.