



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO  
X CONGRESSO BRASILEIRO  
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO  
**12-15 SETEMBRO 2017**  
**BRASÍLIA- DF, BRASIL**

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecosistemas  
e Agricultura Orgânica



## **Agricultura extensiva: prácticas agroecológicas contribuyen al funcionamiento microbiológico del suelo**

*Extensive agriculture: agroecological practices contribute to soil microbiological properties*

ORTIZ, Jimena<sup>(1)</sup>, Valeria Soledad FAGGIOLI<sup>(1)</sup>; Luciano GABBARINI<sup>(2)</sup>; Luis JACQUELIN<sup>(3)</sup> y Jorge Angel ULLÉ<sup>(4)</sup>.

INTA Marcos Juárez, Argentina faggioli.valeria@inta.gov.ar; ortiz.jimena@inta.gov.ar; <sup>(2)</sup> Universidad Nacional de Quilmes, Argentina luciano.gabbarini@gmail.com; <sup>(3)</sup> INTA Pergamino, Argentina jacquelin.luis@inta.gov.ar; <sup>(4)</sup> INTA San Pedro, Argentina, ulle.jorge@inta.gov.ar

**Eje temático:** Manejo de Agroecosistemas y Producción Orgánica

### **Resumen**

La intensificación, con menor diversificación en la agricultura, ha provocado la degradación de los suelos. Es necesario generar alternativas a la agricultura industrial y pasar de una agricultura de insumos a una agricultura de procesos a través de tecnologías de manejo sustentables que contemplen las propiedades de los suelos. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de diferentes rotaciones agroecológicas comparado a una situación de agricultura convencional mediante la utilización de indicadores biológicos. Se trabajó sobre un módulo demostrativo agroecológico donde se tomaron 3 sitios con diferentes rotaciones (PAS, TG, ARV) y lote de producción convencional como situación testigo (CV). Se midieron parámetros microbiológicos del suelo: respiración microbiana (RM) y actividades enzimáticas extracelulares: quitinasa (NAG), sulfatasa (ST),  $\beta$ -Glucosidasa (BG), acetilsterasa (AE), fosfatasa ácida (FA) y celobiohidrolasa (CBH). Se observaron diferencias ( $p < 0,05$ ) en 6 de los 7 parámetros medidos. La actividad enzimática presentó el siguiente orden según sitios (CV=TG>PAS=ARV), mientras que RM se comportó a la inversa (TG=PAS=ARV<CV). Lo que indicaría un mayor retorno de actividad enzimática por parte de los microorganismos del suelo en los sitios agroecológicos y mayor disponibilidad de sustratos, disminuyendo la búsqueda de fuentes de C y N más recalcitrantes.

**Palabras claves:** actividad enzimática, respiración microbiana, calidad de suelo, diversificación.

### **Abstract**

Intensification, with less diversification in agriculture, has led to the degradation of soils. It is necessary to generate alternatives to industrial agriculture and to move from an input agriculture to a process agriculture through sustainable management technologies that take into account the properties of the soils. The objective of the present work was to evaluate the effect of different agroecological rotations compared to a situation of conventional agriculture through the use of biological indicators. We worked on an agroecological demonstration module where 3 sites with different rotations (PAS, TG, ARV) and conventional production lot were taken as control situations (CV). Microbiological parameters of the soil were measured: microbial respiration (MRI) and extracellular enzymatic activities: chitinase (NAG), sulfatase (ST),  $\beta$ -Glucosuccinase (BG), acetylsterase (AE), acid phosphatase (FA) and cellobiohydrolase (CBH). Differences ( $p < 0.05$ ) were observed in 6 of the 7 parameters measured. The enzymatic activity presented the following order according to sites (CV = TG > PAS = ARV), whereas MR behaved inversely (TG = PAS = ARV < CV). This would indicate a greater return of enzymatic



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO  
X CONGRESSO BRASILEIRO  
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO  
**12-15 SETEMBRO 2017**  
**BRASÍLIA- DF, BRASIL**

**Tema Gerador 9**

Manejo de Agroecossistemas  
e Agricultura Orgânica



activity by the soil microorganisms in the agroecological sites and greater availability of substrates, reducing the search for more recalcitrant C and N sources.

**Keywords:** enzymatic activity, microbial respiration, soil quality, diversification

## Introducción

En los últimos años en Argentina se ha dado un avance de la agricultura por sobre otros sistemas productivos. La simplificación de la producción con menor participación de cultivos de invierno y pasturas repercuten en la sustentabilidad del sistema. Si bien se reconocen los beneficios de una adecuada rotación de cultivos, la producción actual se basa en la implementación de un solo cultivo. Los agroecosistemas brindan diferentes servicios como el abastecimiento de alimentos y regulación de los ciclos de nutrientes, almacenamiento de materia orgánica. Resulta necesario, entonces generar alternativas a la agricultura industrial para poder pasar de una agricultura de insumos a una agricultura de procesos, y así mantener y/o mejorar las propiedades del suelo.

Es muy importante monitorear la calidad del suelo, siendo los indicadores biológicos una muy buena herramienta ya que reflejan rápidamente las alteraciones edáficas (Doran, 2000). Las medidas de actividad enzimática del suelo son los principales mediadores de los procesos biológicos del suelo. Se cree que las enzimas controlan las tasas a las cuales los sustratos son degradados y se vuelven disponibles para los microorganismos o para que las plantas lo tomen. Su medición es utilizada como un indicador de la diversidad funcional (Kandeler et al. 1996). La actividad de las enzimas no siempre está controlada por células activas. En particular aquellas que hidrolizan compuestos orgánicos, son producidas por plantas, animales y, en muchos casos, predominantemente por microorganismos, y pueden estar presentes en células muertas y desechos celulares y también adsorbidas por arcilla o incorporadas en sustancias húmicas (Burns 1978). La respiración microbiana refleja la liberación de carbono del suelo por acción de la biota edáfica. Los microorganismos respiran constantemente y la tasa de respiración es un índice confiable de la tasa de crecimiento (Guerrero et al. 2012) Si bien es un proceso necesario, pérdidas excesivas pueden generar reducciones considerables en la biomasa microbiana y en la materia orgánica del suelo.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes rotaciones agroecológicas y una situación de agricultura convencional mediante la utilización de indicadores biológicos.



## Metodología

El estudio se realizó sobre módulo agroecológico de producción extensiva establecido en el año 2012 en el predio experimental de INTA Pergamino (Buenos Aires, Argentina) sobre un suelo Argiudol típico, de textura franco limosa, con capacidad de uso Clase I (INTA, 1978). Los sitios evaluados fueron: Parcelas agroecológicas, las cuales presentaban las siguientes rotaciones: pastura de alfalfa+festuca (PAS), maíz-soja-maíz-arveja con cultivos de cobertura (cc) de vicia y triticale (ARV), pastura-soja-maíz-soja-trigo con cultivos de cobertura de vicia y triticale (TG) y lote de maíz convencional representativo del sistema productivo de la zona utilizado como testigo (CV). Teniendo en cuenta la rotación desde el año 2012 al año 2016 se calculó para cada parcela del módulo su índice de intensificación (ISI) según Farahani *et al* (1998). Éste se calcula como el cociente entre el número de cultivos y la duración de la secuencia.

El muestreo se realizó en noviembre de 2016. Se tomaron muestras de suelo a la profundidad de 0-10 cm con barreno de 2,5 cm de diámetro. En cada parcela de una superficie de 4 ha se tomaron 5 muestras compuestas por 20 submuestras. Las muestras de suelo se pasaron por una malla de 2 mm para homogeneizar y se mantuvieron a 4 °C hasta la determinación de las variables microbiológicas. Las determinaciones de actividad enzimática extracelulares se realizaron con lector de fluorescencia Omega PolarStar, utilizando sustratos derivados de la 4-Metilumbelliferona (MUB) (Marx et al., 2001). Se midió actividad de 6 enzimas: quitinasa (NAG), sulfatasa (ST),  $\beta$ -Glucocidasa (BG), acetilesterasa. (AE), fosfatasa ácida (FA) y celobiohidrolasa (CBH). La respiración microbiana (RM) del suelo (evolución de C-CO<sub>2</sub>) por incubación durante 7 días (Jenkinson y Powlson, 1976).

Los Resultados se analizaron mediante análisis de la varianza ajustando modelos lineales y mixtos a un nivel de significancia  $p < 0,05$ , cuando se detectaron efectos significativos se compararon las medias mediante test LSD. Finalmente se realizó un análisis multivariado discriminante para visualizar las relaciones entre las siete variables medidas y los diferentes sitios en estudio, utilizando software estadístico InfoStat (Di Rienzo JA, 2016).

## Resultados y discusión

Observando las intensidades de rotaciones en las parcelas pertenecientes al módulo agroecológico, se registró la mayor actividad enzimática en la parcela TG con ISI=1,6 la cual contaba con un trigo a final de ciclo al momento de su muestreo, seguido de PAS con ISI=1 correspondiente a una pastura a base de alfalfa y festuca de 4 años y por último las menores actividades enzimáticas se presentaron en ARV con ISI= 1,8

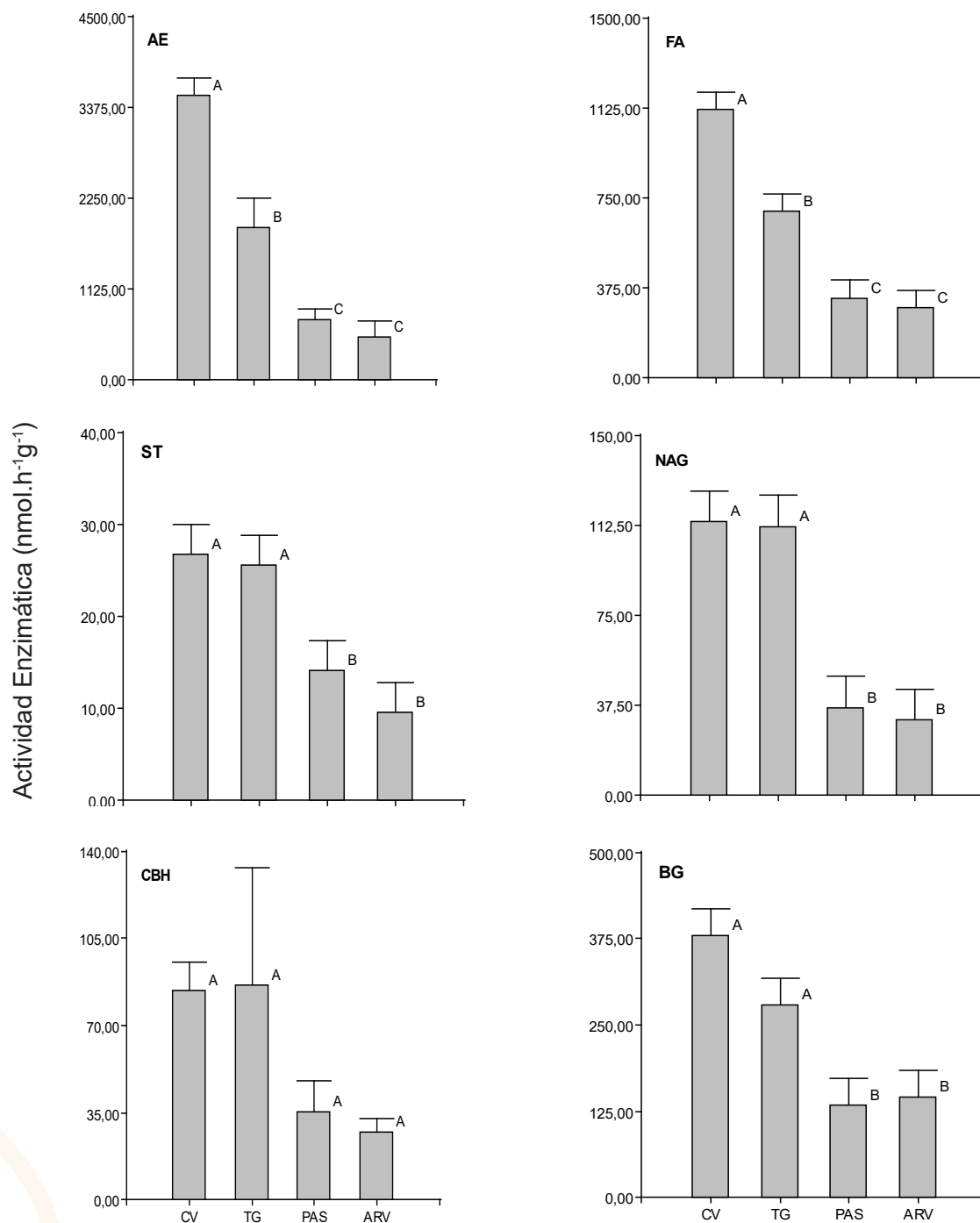


que contaba con una arveja a final de ciclo al momento del muestreo, con mayor intensificación en la rotación pero dicha rotación menos diversificada. Se observaron diferencias ( $p < 0.05$ ) en 5 de 6 enzimas en estudio, presentando el siguiente orden según sitios (TG>PAS=ARV) (Figura 1).

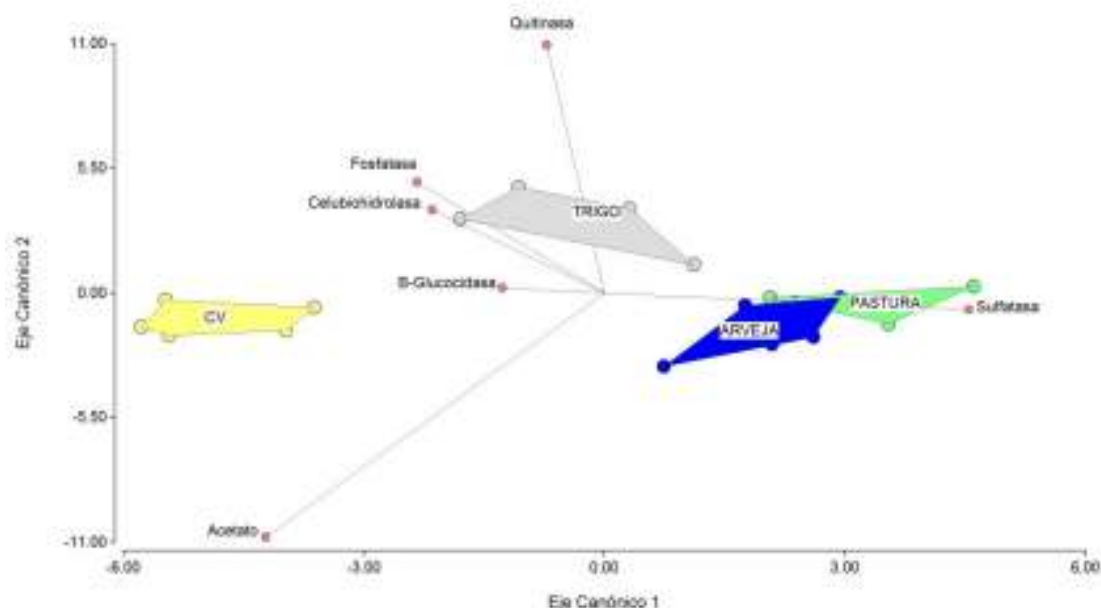
Tomando como referencia un lote de producción convencional CV el cual contaba con un cultivo de maíz en estadio vegetativo, la parcela TG se comportó igual en cuanto a la actividad enzimática de ST, NAG, BG y CBH, lo cual es muy positivo ya en dicha parcela agroecológica no existió el agregado de insumos externos, esa mayor actividad pudo deberse a la adecuada rotación y aportes de residuos de la rotación (Figura 1) similares Resultados fueron reportados por McDaniel *et al.*, 2014 quienes encontraron que en suelos con una rotación de cultivos más diversificada aumentaban las actividades enzimáticas. Mayores actividades enzimáticas indicarían una mayor actividad funcional del suelo, sin embargo altas tasas de actividad favorecerían a una mayor mineralización de sustratos (Trasarcepeda *et al.* 2008). En este estudio se encontró que el lote CV tuvo elevados valores en la actividad de la enzima AE la cual está relacionada con la degradación de celulosa y hemicelulosa.

La RM presentó los siguientes valores: 38,79; 36,63; 31,87 y 20,99 mg CO<sub>2</sub>.100 g<sup>-1</sup> de suelo para PAS, TG, ARV y CV, respectivamente ( $p > 0,05$ ), por lo que las eficiencias en las actividades enzimáticas, es decir, la cantidad de CO<sub>2</sub> emitido por unidad de actividad enzimática, fue mayor en los sitios TG, PAS y ARV respecto a CV. Estos Resultados muestran que hubo un mayor retorno de actividad enzimática por parte de los microorganismos del suelo en los sitios agroecológicos y que los altos valores de AE (3530,6 nmol.h<sup>-1</sup>.g<sup>-1</sup>) en CV pudieron deberse a enzimas retenidas en los colides del suelo, células muertas o incorporadas en sustancias húmicas no representando a los microorganismos vivo, siendo insensible a las condiciones que afectan a los mismos.

Finalmente, se realizó un análisis discriminante, graficando las observaciones en el espacio generado por los ejes canónicos para obtener una mejor visualización de las diferencias entre tratamientos y poder encontrar el subconjunto de variables que mejor explica la variabilidad entre grupos. En la grafica se puede observar una clara separación de los tratamientos TG, PAS y ARV del tratamiento CV, siendo la alta actividad de la enzima AE en CV la que estaría explicando la variabilidad entre los grupos (Figura 2).



**Figura 1.** Actividad enzimática (AE) del suelo para los diferentes sitios en estudio. Las unidades de medidas de AE fueron en nano moles de producto enzimático producido por hora por gramo de suelo. Tratamientos: TG= trigo, PAS= pastura de alfalfa+festuca, ARV= arveja, todos en producción agroecológica y CV=maíz de producción convencional. AE: BG= $\beta$ -glucosidasa, CBH=cellobiohidrolasa, NAG= acetilsterasa, FA= fosfatasa acida, S= sulfatasa y Q=quitinasa. Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).



**Figura 2.** . Análisis discriminante Tratamientos: TG= trigo, PAS= pastura de alfalfa+festura, ARV= arveja, todos en producción agroecológica y CV=maíz de producción convencional. AE: BG= $\beta$ -glucosidasa, CBH=celobiohydrolasa, NAG= acetilesterasa, FA= fosfatasa acida, S= sulfatasa y Q=quitinasa.

## Conclusiones

Para este estudio los diferentes manejos tuvieron influencia en la actividad microbiana del suelo. Las actividades enzimáticas fueron mayores en las situaciones más diversificadas, en cuanto a la respiración microbiana fue mayor en los sitios agroecológicos. Lo que estaría indicando una mayor activación microbiana en estos sitios. En cuanto al aumento de la actividad enzimática en el sitio CV no coincide con el crecimiento microbiano, por lo que no permitiría ver cambios que afectarían a los mismos.

## Referencias

- Burns RG (1978) Soil enzymes. Academic Press, London.
- Di Rienzo JA., et al. 2016 InfoStat versión 2016p, URL <http://www.infostat.com.ar>
- Doran, J.W. (2000). Soil health and sustainability. Applied Soil Ecology 15, 3-11.
- Farahani h.j., peterson g.a. and d.g. westfall 1998. dryland cropping intensification: a fundamental solution to efficient use of precipitation. agron. 64:197-223



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO  
X CONGRESSO BRASILEIRO  
V SEMINÁRIO DO DF E ENTORNO  
**12-15 SETEMBRO 2017**  
**BRASÍLIA- DF, BRASIL**

**Tema Gerador 9**

Manejo de Agroecossistemas  
e Agricultura Orgânica



Guerrero-Ortiz, PL., Quintero-Lizaola, R., Espinoza-Hernández, V, Benedicto-Valdés, GS, Sánchez-Colín, MDJ. 2012. Respiración de CO<sub>2</sub> como indicador de la actividad microbiana en abonos orgánicos de Lupinus. *Terra Latinoamericana*, 30(4).

INTA, 1978. Carta de Suelos República Argentina, Hoja 3363-17, Pergamino, INTA, Argentina, 86 pp.

Jenkinson, D.S. and D.S. Powlson, 1976. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. V. A method for measuring soil biomass. *Soil Biol. Biochem.* 8: 209-213.

Kandeler E., C. Kampichler O. Horak.1996. Influence of heavy metals on the functional diversity of soil microbial communities. *biol fertil soils.* 23:299-306.

Marx, M.-C., Wood, M., Jarvis, S.C., 2001. A microplate fluorimetric assay for the study of enzyme diversity in soils. *Soil Biol. Biochem.* 33, 1633–1640.

McDaniel, M.D., Grandy, A.S., Tiemann, L.K., Weintraub, M.N., 2014. Crop rotation complexity regulates the decomposition of high and low quality residues. *Soil Biol. Biochem.* 78, 243–254.

Trasarcepeda, c., leirós, mc., seoane, s., gil-sotres, f., 2008. Biochemical properties of soils under crop rotation. *applied soil ecology* 39, 133-143.