



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



## Comportamiento de lechuga mantecosa en trasplante sobre maíces criollos, leguminosas subtropicales y sorgo como antecesores de cultivos hortícolas de otoño invierno.

*Lettuce behavior in transplant after native maize, subtropical legumes and sorghum as predecessors of horticultural crops of autumn and winter*

ULLÉ, Jorge <sup>1</sup>; GABBARINI, Luciano<sup>2</sup>; WALL, Luis.G <sup>2</sup>;  
FAGGIOLI, Valeria <sup>3</sup>; ANDRIULO, Adrian<sup>4</sup>

<sup>1</sup> INTA Red de Agroecología EEA San Pedro, ulle.jorge@inta.gob.ar; <sup>2</sup> Programa de Interacciones Biológicas (PIB) Dpto. CyT – Universidad Nacional de Quilmes, luciano.gabbarini@gmail.com; wall.luisgabriel@gmail.com; <sup>3</sup> INTA EEA M.Juarez, faggioli.valeria@inta.gob.ar; <sup>4</sup> INTA PNSUELO EEA Pergamino, andriulo.adrian@inta.gob.ar

**Tema Generador:** Manejo de Agro-ecosistemas Agricultura Orgánica

### Resumen

En Argentina, Pcia de Bs As, en 2011 se implantó en San Pedro un ensayo con el objetivo de evaluar cultivares de maíz, leguminosas subtropicales y sorgo, solos o en consorcio, como antecesores de lechuga mantecosa *cv Elisa*. Los tratamientos fueron: cinco variedades de maíz en monocultivo, un sorgo forrajero, dos leguminosas, un barbecho desnudo, dos maíces consociados y un campo natural. Se midió el peso por planta y el rendimiento de lechuga. Además se midieron variables químicas: análisis de conductividad eléctrica, carbono orgánico total, nitrógeno total, fósforo extractable, calcio, magnesio, potasio, sodio y capacidad de intercambio catiónico; y se determinaron 10 actividades enzimáticas de los suelos. Los rendimientos de lechuga después de maíces fueron superiores a los procedentes de *sorgo* y leguminosas. Las variables químicas no presentaron diferencias significativas entre tratamientos. Las actividades enzimáticas en un análisis multivariado permitieron separar en al menos 3 grupos a los antecesores de lechuga. El primer grupo fue el de mayor actividad enzimática y correspondió a las variedades de maíz MZMATOGROSSO, MZCHALAROJA, al consorcio MZBDcanav y Sorgo, siendo los primeros 3 antecesores los que mejores rendimientos de lechuga mostraron

**Palabras claves:** Rotación de cultivos; enzimas de suelos; nutrientes; rendimientos; hortalizas

### Abstract

In 2011, an assay was implemented with the objective of evaluating cultivars of maize, subtropical legumes and sorghum, alone or in consortium, as ancestors of lettuce *cv Elisa*. The treatments were: five varieties of monoculture maize, one forage sorghum, two legumes, one bare fallow, two consociated maize and a natural field. The weight per plant and yield of lettuce were measured. In addition, chemical variables were measured: analysis of electrical conductivity, total organic carbon, total nitrogen, extractable phosphorus, calcium, magnesium, potassium, sodium and cation exchange capacity; And 10 enzymatic activities of the soils were determined. Yields of lettuce after maize were higher than that of sorghum and legumes. The chemical variables did not present significant differences between treatments. The enzymatic activities in a multivariate analysis allowed to separate at least 3 groups of ancestors. The first group was of greater enzymatic activity and corresponded to the maize varieties MZMATOGROSSO, MZCHALAROJA, to the consortium MZBDcanav and Sorgho, being the first 3 that better yield of lettuce produced like predecessors

**Keywords:** Crop rotation; soil enzymes; nutrients; yields; vegetables



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



## Introducción

El análisis de experimentos de larga duración es importante en investigaciones con enfoque agroecológico porque permite la integración de distintas disciplinas en un mismo escenario agronómico. La implementación de ensayos de largo plazo con enfoque de sistemas contribuye a una visión integral de los agro-ecosistemas, ya que representan escenarios de mediano y largo plazo donde dimensiones como los suelos, su biología y capacidad productiva pueden ser analizados conjuntamente. La implementación de manejos agroecológicos en sistemas hortícolas, necesita disponer de prácticas agronómicas que permitan generar grandes cantidades de biomasa vegetal (cultivo de cobertura), en pequeñas superficies en diferentes épocas del año en alternancia con el ciclo de cultivo de hortalizas (Florentin et al, 2001). El cultivo de cobertura, como antecesor en la sucesión hortícola puede ser una práctica sustentable para mantener las funciones productivas de los suelos (Smith et al., 2008). La utilización de variedades y maíces criollos es una práctica agronómica habitual en los sistemas agroecológicos, asociada al rescate de cultivares, la preservación de la biodiversidad genética y a la cultura de los agricultores. Además, el cultivo de maíz como antecesor del cultivo de hortalizas genera abundante biomasa que contribuye aumentando la cobertura al suelo. Los residuos orgánicos son reciclados por los componentes biológicos y las enzimas que estos mismos liberan al suelo generando derivados de carbono, nitrógeno y fósforo asimilables por las plantas. En sistemas agroecológicos existe la necesidad de complementación de plantas que aporten carbono y ligninas a la materia orgánica nativa del suelo, como también de cultivos que sean eficientes fijadores del nitrógeno atmosférico. Esta forma de complementación de variedades de maíz con leguminosas estivales, puede satisfacer ambos requisitos y ser una práctica de gran utilidad en el manejo, la conservación del suelo y la sustentabilidad en el largo plazo. Vieira (1985) analizó gran cantidad de ensayos en Brasil del consorcio maíz junto a frijol, concluyendo que los factores, variedad, densidad de plantas, diseño del cultivo y las épocas de siembra eran los que explicaban en mayor medida la mejor respuesta de la asociación. Los Resultados de este estudio demuestran que la práctica del consorcio de maíz con porotos es viable y de uso frecuente en agricultores de pequeñas superficies. Flesch (1991) analizó ensayos en Santa Catarina (Brasil) y encontró que el consorcio maíz-frijol genera mayor producción, mejor aprovechamiento de luz, agua, nutrientes y menor incidencia de plagas. Algunos beneficios inmediatos de las tecnologías emergentes del manejo del cultivo en consorcio en sistemas agro-ecológicos, se observan en la reducción de "inputs externos. Smith, et al (2008) a medida que aumentaban la diversificación de cultivos en el espacio y tiempo de la rotación, obtenían mayores rendimientos



de cultivos de granos con disminución en el uso de nitrógeno aplicado al suelo. Las coberturas de leguminosas subtropicales y la de gramíneas, con alto potencial de producción de biomasa vegetal, en climas templados y subtropicales, permiten mantener adecuados niveles de materia orgánica, fertilidad, aportando cantidades importantes de, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, asociados a la descomposición de la mismas, y al reciclaje de nutrientes. El objetivo del trabajo fue evaluar el comportamiento de variedades de maíz y leguminosas subtropicales, en monocultivo y consorcio, antes del cultivo de hortalizas y analizar sus efectos sobre las propiedades químicas, la actividad enzimática edáfica y los rendimientos de lechuga mantecosa subsiguiente a los cultivos de primavera verano.

### Materiales y métodos

El experimento de campo se realizó en la EEA INTA San Pedro, Latitud -33.6706 Longitud -59.6828 en un suelo correspondiente a la serie Ramallo (Ra), Argiudol vertico, profundo, de textura superficial franco arcillo limoso. El experimento se implantó en el ciclo agrícola 2011/12 con diseño estadístico de bloques al azar, con tres repeticiones. Se generaron 12 tratamientos: 5 variedades de maíz en monocultivo (*cv. Blanco Duro (MZBduro)*, *cv. Caiano (MZCaiano)*, *cv. Azteca (MZAzteca)*, *cv. Mato Grosso (MZMagros)*, *cv. Chala Roja (MZChalrj)*), sorgo forrajero (*cv. Talero (sorgo)*), 2 leguminosas subtropicales (*Canavalia ensiformis (canavali)* y *Mucuna cinza (mucuna)*), 2 maíces consociados con *Canavalia ensiformis (cv. Blanco Duro (MZBdcana)* y *cv. Caiano (MZCaican)*), barbecho desnudo estival (**barbecho**) y vegetación espontánea (**campo natural**). Las labranzas de preparación del sitio para el maíz, leguminosas y lechuga, consistieron en triturado de vegetación espontánea, laboreo primario con cincel y dos operaciones de rastra excéntrica dos meses antes del trasplante. En primavera de 2012 y 2016 las propiedades químicas de la matriz edáfica fueron analizadas en el espesor 0-12 cm a través de las siguientes variables pH (Potenciométrico - Agua 1:2,5); Conductividad eléctrica (CE) (Conductimétrico, Agua 1:2,5); Carbono orgánico total (COT) por combustión húmeda (Walkley & Black); Nitrógeno total (NT) por destilación micro-Kjeldahl; Fósforo extractable (Pe) método colorimétrico pH < 7,6 (Bray & Kurtz); Cationes intercambiables calcio (Ca) y magnesio (Mg) por volumetría complejométrica (Schollenberger & Simon); Cationes intercambiables potasio (K) y sodio (Na) por fotometría de llama (Schollenberger & Simon); Capacidad de intercambio catiónico (CIC) por saturación de amonio (Schollenberger & Simon). En otoño de 2013 y 2015 subsiguiente a los 12 tratamientos antecesores se trasplantó lechuga mantecosa *cv. Elisa* y se evaluó en la cosecha el peso medio por planta y el rendimiento por ha. En primavera 2016 de cada parcela se tomaron 3 sub-muestras de suelo para medir 10 di-



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



ferentes actividades enzimáticas relacionadas con el ciclo de los nutrientes (German et al., 2011). Se utilizaron 9 sustratos acoplados al compuesto fluorescente MUB (4-metil umbeliferona-fosfato): MUB-fosfato, MUB-D-cellobiosa, MUB-D-glucopiranososa, MUB-D-glucopiranoside, MUB-N-acetyl-D-glucosamina, MUB-sulfato, MUB-xilosa, MUB-acetato, MUB-D-glucuronato y uno acoplado a la molécula 7-amido-4-metil-cumarina (AMC) también fluorescente, AMC-Leucine. Los procedimientos estadísticos utilizados en la evaluación de Resultados fueron modelos lineales de ANOVA y comparación de medias por test Duncan ( $P=0.05$ ) y **análisis** multivariados no paramétricos de componentes principales.

### Resultados y Discusión

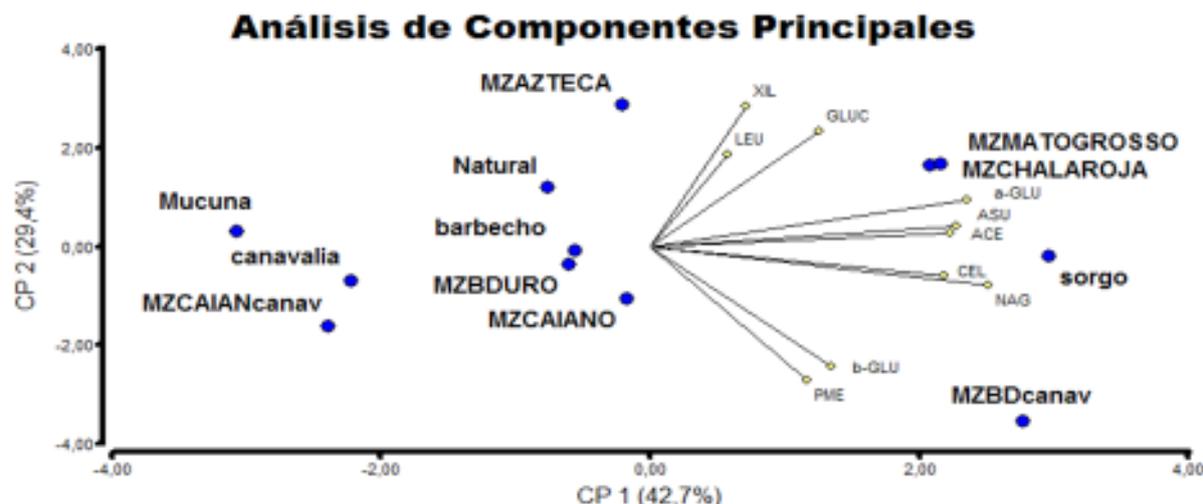
Los Resultados de las variables químicas de los suelos no son informados debido a la ausencia de diferencias significativas entre tratamientos antecesores en la evaluación inicial en 2012 y 2016. En 2013 (Tabla 1) se observa que los pesos medios de plantas de lechuga subsiguientes a los tratamientos MZAZTECA, MZCHALAROJA, MZMATOGROSSO y MZCAIANcanav son significativamente superiores a MZBDURO, *Sorgo* y *Canavalia*. A pesar que los rendimientos en kg/ha de lechuga no difirieron estadísticamente, los rangos del primer grupo oscilan entre 6000 y 7400 kg/ha mientras que en los inferiores ese rango es de 4000 y 4400 kg/ha. En 2015 el peso medio por planta sigue una tendencia a favor de los maíces criollos, MZBDcanav, MZCHALAROJA, MZMATOGROSSO y MZCAIANcanav que son estadísticamente superiores a mucuna y sorgo como antecesores de lechuga. Los rangos de rendimientos de lechuga oscilan entre 6000 y 10000 kg/ha cuando son maíces los antecesores y entre 3000 y 4300 kg/ha cuando los antecesores son sorgo y mucuna. En un trabajo anterior los maíces criollos superaron en carbono de la biomasa microbiana a las leguminosas, hecho que podría favorecer al cultivo subsiguiente de lechuga en una mejor utilización de nutrientes (Ullé, *et al* 2014). Cuanto a esto, el aporte de residuos de algunos maíces criollos, luego de cosecha favoreció la actividad enzimática de los suelos y un mejor rendimiento de los cultivos de lechuga posteriores. Sin embargo el sorgo, también una gramínea, a pesar del aumento de la actividad enzimática no provocó una mayor producción de lechuga subsiguiente. Las leguminosas *Mucuna* y *Canavalia*, no promovieron una alta actividad enzimática, ni una alta producción de lechuga posterior a los mismos



**Tabla 1:** Peso medio por planta (gr) y rendimientos (kg/ha) de lechuga mantecosa cv *Elisa*, trasplantada en dos años sobre diferentes cultivos antecesores de primavera verano en la EEA INTA San Pedro, Pcia Bs As.

Tratamientos antecesores	Peso medio 2013 gr	Peso medio 2015 gr	Rendimiento/ ha 2013 kg	Rendimiento/ ha 2015 kg
MZAZTECA	182 a	162 bcd	6933 a	6209 abcd
MZCHALAROJA	177 ab	170 bc	7465 a	7966 abc
MZMATOGROSSO	172 ab	186 b	6557 a	6240 abcd
MZCAIANcanav	167 ab	183 b	6823 a	8254 ab
CNatural	165 ab	132 ef	6089 a	6532 abcd
Mucuna	162 abc	115 fg	5117 a	4309 bcd
Barbecho	154 bc	155 cde	5486 a	5690 abcd
MZBDcanav	152 bc	252 a	6715 a	10154 a
MZCAIANO	150 bcd	148 cde	4726 a	3540 bcd
MZBDURO	136 cd	136 def	4125 a	2138 d
Sorgo	124 d	95 g	3367 a	3262 cd
Canavalia	124 d	152 cde	4475 a	5734 abcd

A partir del análisis de componentes principales de la actividad enzimática de 10 enzimas se observa que los tratamientos se separan en tres grupos de antecesores (Figura 1). El **Grupo 1** de mayor actividad enzimática corresponde a MZMATOGROSSO, MZCHALAROJA, MZBDcanav y *Sorgo*, de los cuales a excepción del último todos estuvieron asociados a altos rendimientos de lechuga en ambos períodos. Los sorgos generan en el suelo alta respiración y altos coeficientes metabólicos pero no suelen ser buenos como cultivo antecesor (Ullé, *et al* 2014). El **Grupo 2** de actividad enzimática intermedia agrupa a MZAZTECA, *CNatural*, *Barbecho*, MZBDURO y MZCAIANO. A excepción de MZAZTECA, presentaron rangos intermedios de rendimiento de lechuga. Por último se observa un **Grupo 3** de actividades enzimáticas bajas comprendidos por *Mucuna*, *Canavalia* y MZCAIANcana, siendo las leguminosas asociadas a bajos rendimientos de lechuga.



**Figura 1.** Análisis de componentes principales de la actividad enzimática separando tres grupos de antecesores del cultivo de lechuga mantecosas

## Conclusiones

Las variables químicas no presentaron diferencias significativas entre tratamientos. Las actividades enzimáticas en un análisis multivariado permitieron separar al menos 3 grupos de antecesores. El Grupo de mayor actividad enzimática corresponde a MZMATOGROSSO, MZCHALAROJA, MZBDcanav y Sorgo. Las variables biológicas, actividad de enzimas, fueron más sensibles que las propiedades químicas, en detectar cambios por manejo de antecesores. Los maíces MZCHALAROJA, MZMATOGROSSO y el consorcio MZCAIANcanav fueron los tratamientos antecesores que presentaron mayores pesos medios de lechuga por planta y rendimientos por hectárea.

## BIBLIOGRAFÍA

- FLESCH RD. 1991. Cultivo consorciado do feijao com milho. Agropecuaria catarinense, v4: 1: p 42-46. Santa Catarina, Brasil.
- FLORENTI, M.A, PEÑALVA, M., CALEGARI, A., DERPSCH, R. 2001. Abonos verdes y rotación de cultivos en siembra directa. Pequeñas propiedades. In Proyecto Conservación de Suelos. MAG-GTZ. San Lorenzo Paraguay, 83 pp.
- GERMAN, D; WEINTRAUB, M; GRANDY, A; LAUBER, CH; RINKES, Z; ALLISON, S. 2011. Optimization of hydrolytic and oxidative enzyme methods for ecosystem studies. Soil Biology & Biochemistry. 43: 1387-1397.
- SMITH, R; GROSS, K; ROBERTSON, P. 2008. Effect of Crop Diversity on Agroecosystem Function: Crop Yield Response. Ecosystem 11: 355-366.



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



VIEIRA C. 1985. O feijão em cultivos consorciados. Universidade Federal Viçosa UFV. 134 p. Viçosa. Minas Gerais, Brasil.

ULLÉ, J.; FAGGIOLI, V.; ORTEGA Y VILLASANA, P.; DARDER, L.; DALPIAZ, J.; GARCIA, L.; RIMATORI F.; COLOMBINI, D.; VILLALBA. F.; MARTINEZ, F. 2014. Utilización de variedades de maíz y leguminosas subtropicales como antecesores de cultivos hortícolas y su efecto en indicadores de calidad de suelos. X Congreso agricultura orgánica y sustentable. ACTAF Varadero. CUBA 21 a 24 mayo 2014.