

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.

Universidad Nacional de La Plata.



Trabajo final de carrera Ingeniería Agronómica.

Efecto de diferentes barbechos sobre la producción del cultivo sucesor.

Alumno: Pablo Agustín Mejura

Nº de Legajo: 26956/7

DNI: 36916428

Dirección de correo electrónico: pablo_mejura@hotmail.com

Teléfono: 1149725151 – 01142507563

Director: Dra, Ing Agr. Silvina Golik

Co - Director: Ing Agr. Adriana Chamorro

Fecha de entrega: 3/12/2018

Resumen

Una alternativa para reducir el consumo y uso de insumos costosos o nocivos (fertilizantes químicos) está dada por el uso de residuos orgánicos durante el barbecho. Es sabido que hoy la utilización de la cama de pollos parrilleros y del guano como abono orgánico es una práctica corriente dentro de los establecimientos avícolas integrados a sistemas de producción agrícolas. Si bien se conoce que esta práctica, en general, aporta beneficios directos que se traducen en aumentos del rendimiento de los cultivos, como así también una mejora en las propiedades físicas del suelo, normalmente, se utilizan sin ningún tipo de valoración ni caracterización previa e independientemente del cultivo que le suceda, sin tener en cuenta sus requerimientos.

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de dos diferentes barbechos: un barbecho convencional y un barbecho con el agregado de compost, sobre la producción de los cultivos sucesores: maíz y soja.

En los rendimientos logrados no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos con compost (7325kg/ha) y los barbechos convencionales (7153kg/ha). Siendo el rendimiento promedio para las secuencias con maíz 8593 kg. ha⁻¹, respectivamente; y para la soja 3175 kg. ha⁻¹. Por lo tanto, para estas condiciones de ensayo, resulta factible reemplazar el uso de fertilizante inorgánico (urea) por compost (guano de gallina estabilizado) lográndose rendimientos similares.

INTRODUCCIÓN

La evolución de los sistemas productivos en la Argentina viene registrando cambios hacia una agricultura continua, con el desplazamiento de la frontera agrícola hacia zonas tradicionalmente mixtas o ganaderas (Cruzate & Casas, 2009) y con el cultivo de soja (*Glycine max* L. Merr) como principal componente (Pengue, 2001). Esta oleaginosa ha venido creciendo a un ritmo cercano al millón de hectáreas anuales en los últimos años y se ha convertido en el cultivo por excelencia representando más del 50% del área sembrada de nuestro país y aportando un volumen mayor del 50% de la producción agrícola de la Argentina (Grobocopatel, 2013). De una producción de 31,5 millones de toneladas y 14,5 millones de hectáreas en 2003/2004, se pasó a 55 millones de toneladas y 18 millones de hectáreas en la campaña 2016/17 (Ministerio de Agroindustria, 2018).

La eficiencia productiva de la soja se basa en la sobreexplotación de la fertilidad que ofrece la pampa húmeda, que redundando, entre otros, en problemas como compactación, pérdida de estructura y porosidad del suelo, elevada exportación de nutrientes, encostramiento, impactos negativos sobre la biodiversidad, afectación del acuífero y problemas de inundaciones (Mengo, 2008). Si bien este cultivo es el más rentable y de mayor retorno por capital invertido, a largo plazo este proceso no es la mejor alternativa ya que se contrapone con un desarrollo agropecuario sustentable. Un modelo agrícola se considerará sustentable cuando sea económicamente viable, socialmente aceptable, suficientemente productivo, que conserve la base de recursos naturales y preserve la integridad del ambiente en el ámbito local, regional y global (Sarandón & Flores, 2014). Cuando se habla de sustentabilidad del ambiente se hace referencia a una actividad que permite obtener producciones rentables sin comprometer la capacidad de producción del recurso involucrado y sin generar efectos negativos en otros componentes del ambiente.

Una alternativa para atenuar los efectos de la monocultura sojera e incrementar la eficiencia de prácticas convencionales como el barbecho y reducir el consumo y uso de

insumos costosos o nocivos (fertilizantes químicos) está dada por el uso de residuos orgánicos durante el barbecho. En los sistemas de agricultura continua de la Región Pampeana prevalecen los cultivos de verano (Caviglia & Andrade, 2010), por lo tanto, la mayor parte de los suelos bajo agricultura se encuentran en barbecho durante el otoño y el invierno. Como los cultivos estivales (principalmente soja y maíz (*Zea mays* L.)) se cosechan entre marzo y mayo y la siembra del próximo cultivo ocurre entre septiembre y diciembre, el período de barbecho se extiende entre 5 y 9 meses, siendo lo más frecuente una duración de 7 a 8 meses (Basanta *et al.*, 2008). La adición de materia orgánica al suelo durante ese período, en forma de estiércoles u otros residuos orgánicos generados en las propias explotaciones agrícolas y ganaderas o en zonas urbanas con el objetivo de mejorar la fertilidad del mismo y restituir los elementos nutritivos extraídos por los cultivos surge como una alternativa promisoría en los cultivos extensivos (Golabi *et al.*, 2004; Sarwar *et al.*, 2007; Biolur, 2013).

El compostaje se define como un proceso en el cual el residuo es sometido a una degradación biooxidativa bajo condiciones controladas, cuyo producto final es el compost. El material producido está constituido, en un elevado porcentaje, de materiales orgánicos estables, cuya identidad química original ha sido modificada hacia estructuras similares a aquellas que conforman el humus del suelo y, por lo tanto, tendrían funciones semejantes a las de la materia orgánica nativa (Alvariño, 2003). La aplicación del compost puede producir en el suelo los efectos que llevan a un incremento en la materia orgánica una vez establecido el balance mineralización y humificación y a su vez, contribuye a una producción en términos de sustentabilidad, teniendo en cuenta la importancia en la reducción y/o sustitución de los fertilizantes inorgánicos. Además, se observa un importante incremento de la fertilidad potencial de los suelos (Alvariño, 2003; Gambaudo & Sosa, 2015). Por lo tanto, el empleo de materia orgánica en un modelo de agricultura sostenible se hace cada vez más necesario ya que este sistema englobaría y daría una

solución integrada a distintas problemáticas tales como la disminución de la fertilidad de los suelos, el efecto de su degradación y contaminación por una mala praxis agrícola debido a un empleo excesivo de agroquímicos y productos fitosanitarios, entre otros problemas. Por otra parte, frente al incremento en la producción de residuos orgánicos en nuestras sociedades como consecuencia de la actividad económica, su aplicación en la agricultura podría ser una de las principales alternativas de solución conjunta para la problemática de la disminución de la materia orgánica de los suelos, y del tratamiento y gestión eficaz de los mismos.

La producción avícola nacional se ha incrementado en gran medida durante los últimos veinte años, con el consiguiente aumento no sólo de la cantidad de granjas sino también de su tamaño y, por lo tanto, de los residuos obtenidos durante su producción. Es sabido que hoy la utilización de la cama de pollos parrilleros y del guano como abono orgánico es una práctica corriente dentro de los establecimientos avícolas integrados a sistemas de producción agrícolas. Si bien se conoce que esta práctica, en general, aporta beneficios directos que se traducen en aumentos del rendimiento de los cultivos, como así también una mejora en las propiedades físicas del suelo, normalmente, se utilizan sin ningún tipo de valoración ni caracterización previa e independientemente del cultivo que le suceda, sin tener en cuenta sus requerimientos. A su vez es importante considerar que pueden producir incrementos de pH y cambios en la concentración de algunos nutrientes en el perfil, principalmente de fósforo (Ministerio de Agroindustria, 2015).

HIPÓTESIS

Los barbechos alternativos, con residuos orgánicos, resultan beneficiosos sobre la productividad de los cultivos sucesores.

OBJETIVO

El objetivo del siguiente trabajo fue evaluar el efecto de dos diferentes barbechos: un barbecho convencional y un barbecho con el agregado de compost, sobre la producción de los cultivos sucesores: maíz y soja.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la Estación Experimental Julio Hirschhorn (ubicada en Los Hornos) se han iniciado ensayos de secuencias de cultivos en el año 2011. Sobre las secuencias de cultivos que se vienen analizando: (S1) trigo/soja de 2° - soja de 1°; (S2) cebada/soja 2° - maíz; (S3) colza/soja 2° - maíz y (S4) avena/soja 2° - maíz, se evaluaron dos condiciones de manejo durante el barbecho (tratamientos): una primera condición es el manejo habitualmente realizado por los productores de la zona. En este **manejo convencional** no se fertilizó la soja y se aplicaron 100 kg. ha⁻¹ de urea al maíz en V6. La otra condición es un manejo alternativo, mejorado a través de la inclusión de **residuos orgánicos compostados** (a partir cama de pollos parrilleros estabilizada). Debido a que la composición de los compostados varía en función de su material de origen, en este caso al ser de origen animal, se podría aproximar a estos valores: pH 5.8-7.2, CE (dS m⁻¹) 2.5-5.4, C(%)19-26, N(%)1.2-2.9, C/N 8-13, P(%)0.85-1.3, N-NH₄ (ppm) 24-157, N-NO₃(ppm) 900-18500. (Álvarez et al., 2015).

Los análisis hechos en el Laboratorio de Edafología de la FCAYF-UNLP indican que el compost utilizado tenía un pH (en pasta) de 7,6, una conductividad eléctrica de 13,02 dS m⁻¹, 34% de materia orgánica, 1,689% de Nitrógeno total, y 709 ppm de Fósforo extractable por Bray-Kurtz 1 (IRAM-SAGyP 29570-1:2010).

De acuerdo a los datos existentes en la bibliografía para nuestro tipo de suelo, tipo de cultivo y de compost se utilizó a razón de 20 t/ha, lo que implica 2 kg/m² (Golabi et al., 2004; Sarwar et al., 2007; Biolur, 2013). Debido al tamaño reducido de las parcelas la aplicación del mismo se realizó en forma manual.

Dicho manejo alternativo se realizó entre los dos cultivos de verano (soja de 2° y maíz para las secuencias S2, S3 y S4 y soja de 2° y soja de 1° para la S1).

El diseño experimental fue en bloques al azar con cuatro repeticiones y parcelas divididas, correspondiendo la parcela principal al factor secuencia y la subparcela al factor tipo de barbecho.

La siembra de todos los cultivos se realizó sin remoción del suelo, dejando el rastrojo en superficie, con las prácticas usuales en la zona. Dichas siembras se realizaron el 25 de octubre para el maíz (híbrido de KWS Argentina SA) y el 23 de noviembre para la soja (variedad DM4200), siendo resembrado el cultivo de maíz el 1 de noviembre, por efectos adversos (ataque de palomas).

La cosecha del cultivo de maíz se realizó el 22 de marzo y el 13 de abril la de soja, siendo en forma manual para ambos cultivos.

-Evaluaciones

Se tomaron datos de precipitaciones y temperaturas medias mensuales del 2017-2018 e histórico 1964-2014, de la Estación Experimental J. Hirschhorn, para realizar la caracterización climática durante el ciclo de los cultivos.

En la madurez de cosecha de cada cultivo se cortaron las plantas a ras del suelo de una superficie de 1 m² en el caso de la soja y 4 plantas por parcela en el maíz. Se registró el peso seco total (mediante secado de dichas muestras a 60 °C hasta peso constante), el rendimiento (luego de la trilla) y los componentes del rendimiento (plantas ha⁻¹, vainas ha⁻¹, semillas vaina⁻¹ y peso de mil granos en soja, espigas ha⁻¹, granos espiga⁻¹, peso de mil granos en maíz). Se calculó el índice de cosecha como la relación entre el rendimiento y la producción total de materia seca aérea.

- Análisis estadístico

Se realizó un análisis de la varianza con previa comprobación de supuestos básicos y posterior comparación de medias por Tukey (P<0,05).

RESULTADOS

Caracterización climática

Las precipitaciones durante el ciclo de los cultivos fueron de 585,2mm, siendo los meses con menores precipitaciones noviembre y febrero, 24,2mm y 20mm, respectivamente. Los meses de septiembre, enero y abril superaron las precipitaciones históricas. La temperatura media mensual resultó inferior a la histórica durante los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero y marzo, presentando los meses de septiembre, febrero y abril temperaturas superiores a la misma. (Figuras 1 y 2, respectivamente)

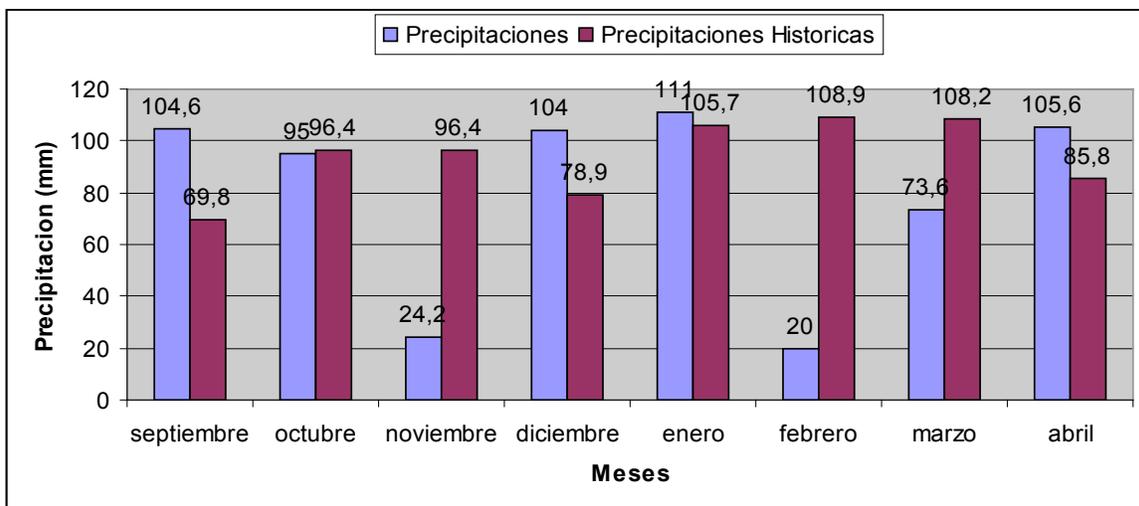


Figura 1. Datos de precipitaciones del 2017-2018 e histórico 1964-2014, Estación Experimental J. Hirschhorn, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (UNLP).

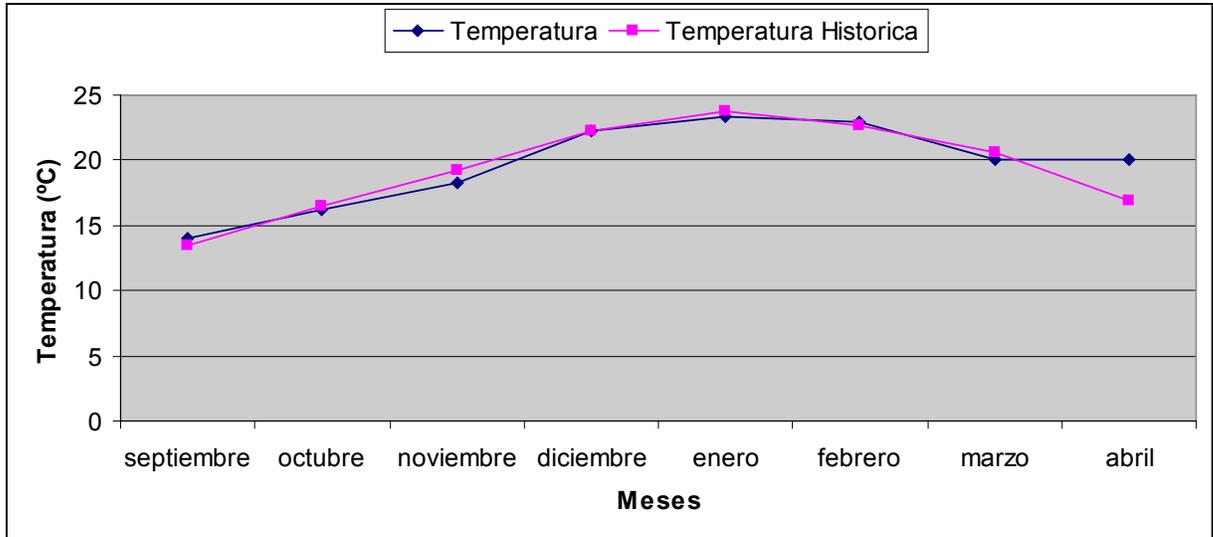


Figura 2. Datos de temperaturas del 2017-2018 e histórico 1964-2014, Estación Experimental J. Hirschhorn, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (UNLP).

Biomasa, Rendimiento e Índice de Cosecha

En el análisis de la varianza para la Biomasa, Rendimiento e IC, se hallaron diferencias estadísticamente significativas para las secuencias, no así para los tratamientos de barbechos. No se hallaron interacciones secuencia x tratamiento para ninguna de las variables analizadas (Tablas 1, 2 y 3 respectivamente).

Tabla 1. Análisis de la varianza para la Biomasa (kg. ha^{-1}) en cuatro secuencias de cultivos y dos barbechos diferentes (tratamientos).

F.V	Gl	SC	CM	F	p-valor
Bloque	3	7,942E+07	2,647E+07	0,74	
Secuencia	3	8,550E+08	2,850E+08	8,01	0,007
Error a	9	3,201E+08	3,557E+07	2,45	
Tratamiento	1	3,714E+07	3,557E+07	2,56	0,136
Secuencia*tratamiento	3	2,898E+07	9,659E+06	0,67	0,589
Error b	12	1,742E+08	1,451E+07		
Total	31	1,495E+09			

Tabla 2. Análisis de la varianza para el Rendimiento (kg. ha⁻¹) en cuatro secuencias de cultivos y dos barbechos diferentes (tratamientos).

F.V	GI	SC	CM	F	p-valor
Bloque	3	4403916	1467972,06	0,59	
Secuencia	3	178570917	59523639,02	24,9	< 0,001
Error a	9	22232963	2470329,00	1,06	
Tratamiento	1	236655	236655,4	0,1	0,756
Secuencia*tratamiento	3	5452827	1817609,16	0,78	0,529
Error b	12	27975917	2331326,00		
Total	31	238873195			

Tabla 3. Análisis de la varianza para el Índice de cosecha (IC) en cuatro secuencias de cultivos y dos barbechos diferentes (tratamientos).

F.V	GI	SC	CM	F	p-valor
Bloque	3	0,013319	4,40E-03	0,55	
Secuencia	3	0,169179	0,056393	3,64	0,050
Error a	9	0,139347	0,015483	6,04	
Tratamiento	1	0,031395	0,031395	12,26	0,062
Secuencia*tratamiento	3	0,016419	0,005473	2,14	0,149
Error b	12	0,030740	0,002562		
Total	31	0,400399			

Biomasa

Se observaron diferencias significativas entre secuencias. La secuencia S1 presentó el menor valor de biomasa, atribuible al cultivo, que fue soja (Tabla 4). Las restantes secuencias, todas con maíz, no presentaron diferencias significativas entre si.

Desde el punto de vista de los tratamientos no se observaron diferencias significativas entre el barbecho convencional y el tratamiento con compost (Tabla 4).

Rendimiento

Hubo diferencias significativas entre secuencias. La soja, correspondiente a la secuencia S1 presentó el menor valor de rendimiento, mientras que en las restantes secuencias, donde se sembró maíz, no presentaron diferencias significativas entre sí (Tabla 4).

Con respecto a los tratamientos no se observaron diferencias significativas entre el tratamiento convencional y el tratamiento con compost.

Índice de Cosecha (IC)

Se observaron diferencias significativas entre secuencias, con el mayor valor para la secuencia S4 (Tabla 4). Las restantes secuencias presentaron menores valores y no se diferenciaron entre sí.

Desde el punto de vista de los tratamientos no se observaron diferencias significativas entre el barbecho convencional y el tratamiento con compost.

Tabla 4. Valores medios de Biomasa (kg. ha⁻¹), Rendimiento (kg. ha⁻¹) e IC para soja (S1) y maíz (S2, S3 y S4) y promedios de las secuencias para dos tipos de barbecho.

Secuencia	Biomasa	Rendimiento	IC
S1	8561 a	3175 a	0,37 a
S2	19566 b	8186 b	0,44 a
S3	22336 b	8954 b	0,41 a
S4	15857 b	8640 b	0,56 b
Tratamiento			
Convencional	17657 a	7153 a	0,41 a
Compost	15502 a	7325 a	0,48 a

Medias con letra común, dentro de cada columna, no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Referencias: (S1) trigo/soja de 2° - soja de 1°; (S2) cebada/soja 2° - maíz; (S3) colza/soja 2° - maíz y (S4) avena/soja 2° - maíz.

Componentes de rendimiento

Respecto al análisis de la varianza para los componentes del rendimiento (densidad, granos m⁻², granos espiga⁻¹ o semillas vaina⁻¹ y PMG), se hallaron diferencias significativas para las secuencias y no para los tratamientos de barbecho, en todos los componentes. Tampoco se hallaron interacciones secuencia x tratamiento significativas (Tablas 5, 6, 7, y 8 respectivamente).

Tabla 5. Análisis de la varianza para la Densidad (plantas ha⁻¹) en cuatro secuencias de cultivos y dos barbechos diferentes (tratamientos).

F.V	GI	SC	CM	F	p-valor
Bloque	3	5,776E+09	1,925E+09	0,94	
Secuencia	3	3,360E+11	1,11996E+11	54,46	< 0,001
Error a	9	1,851E+10	2,056E+09	5,35	
Tratamiento	1	1,643E+09	1,643E+09	4,28	0,061
Secuencia*tratamiento	3	5,613E+09	1,871E+09	4,87	0,197
Error b	12	4,610E+09	1100805508		
Total	31	3,721E+11			

Tabla 6. Análisis de la varianza para los Granos m⁻², en cuatro secuencias de cultivos y dos barbechos diferentes (tratamientos).

F.V	GI	SC	CM	F	p-valor
bloque	3	138122	46040,64	0,15	
secuencia	3	3366200	1122066,73	3,56	0,018
Error a	9	2839235	315471,00	1,35	
tratamiento	1	4175	4174,78	0,02	0,902

secuencia*tratamiento	3	233174	77724,65	0,29	0,832
Error b	12	2804953,	233746,00		
Total	31	9385859			

Tabla 7. Análisis de la varianza para Granos espiga⁻¹ (en el maíz) o Semillas vaina⁻¹ (en soja) en cuatro secuencias de cultivos y dos barbechos diferentes (tratamientos).

F.V	GI	SC	CM	F	p-valor
Bloque	3	1745	581,82	0,13	
Secuencia	3	2182349	727449,53	165,51	< 0,001
Error a	9	39557	4395,00	2,50	
Tratamiento	1	6906	6905,81	3,93	0,071
Secuencia*tratamiento	3	8539,	2846,34	1,62	0,237
Error b	12	21109	1759,00		
Total	31	2260205			

Tabla 8. Análisis de la varianza de PMG (peso de mil granos) en cuatro secuencias de cultivos y dos barbechos diferentes (tratamientos).

F.V	GI	SC	CM	F	p-valor
Bloque	3	2467,0	822,35	1,15	
Secuencia	3	141736,7	47245,56	66,11	< 0,001
Error a	9	6431,8	714,6	2,53	
Tratamiento	1	0,8	0,78	1,70E-03	0,967
Secuencia*tratamiento	3	3377,1	1125,7	2,41	0,095
Error b	12	3386,0	282,2		
Total	31	157399,5			

Densidad

Se observaron diferencias significativas entre secuencias. La secuencia S1, en la que se implantó soja, presentó el mayor valor de densidad. Las restantes secuencias, correspondientes a maíz, no presentaron diferencias significativas entre si (Tabla 9).

Con respecto a los tratamientos no se observaron diferencias significativas entre el barbecho convencional y el tratamiento con compost.

Granos m⁻²

Se observaron diferencias significativas entre secuencias. La secuencia S1 presentó el menor valor de granos m⁻². Las secuencias S3 y S4 obtuvieron los valores más altos, presentando S2 un valor intermedio de media (Tabla 9).

Desde el punto de vista de los tratamientos no se observaron diferencias significativas entre el barbecho convencional y el tratamiento con compost.

Granos espiga⁻¹ o Semillas vaina⁻¹

Se observaron diferencias significativas entre secuencias. La secuencia S1, correspondiente a la soja, presentó el menor valor. Las restantes secuencias no presentaron diferencias significativas entre sí (Tabla 9).

Con respecto a los tratamientos no se observaron diferencias significativas entre el barbecho convencional y el tratamiento con compost.

PMG

Hubo diferencias significativas entre secuencias. En la secuencia S1 se observó el menor valor. Las restantes secuencias no presentaron diferencias significativas entre sí (Tabla 9).

Desde el punto de vista de los tratamientos no presentaron diferencias significativas entre el barbecho convencional y el tratamiento con compost.

Tabla 9. Valores medios de Densidad (plantas ha⁻¹), Granos m⁻², Granos espiga⁻¹ (en maíz) o Semillas vaina⁻¹ (en soja) y PMG (gramos).

Secuencia	Densidad	Granos m⁻²	Granos espiga⁻¹ o Semillas vaina⁻¹	PMG
S1	282500 b	2046 a	1,40 a	155 a
S2	40624 a	2691 ab	596 b	305 b
S3	48660 a	2811 b	597 b	317 b
S4	48660 a	2846 b	618 b	303 b
Tratamiento				
Convencional	112276 a	2587 a	438 a	270 a
Compost	97946 a	2610 a	468 a	271 a

Medias con letra común dentro de cada columna, no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Referencias: (S1) trigo/soja de 2° - soja de 1°; (S2) cebada/soja 2° - maíz; (S3) colza/soja 2° - maíz y (S4) avena/soja 2° - maíz.

Discusión

En función de los resultados obtenidos se puede observar que no hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con compost y los testigos (barbecho convencional) para ninguna de las variables analizadas. Sin embargo, se observó una tendencia, a obtener mayores rendimientos en los tratamientos con compost (Tabla 4). Esto se podría comparar con los resultados obtenidos por Alladio et al. (2016) para la campaña 2015-2016 en la localidad de Monte Buey, Córdoba, donde el aporte de compost de gallina (8-12t ha⁻¹) antes de la siembra de maíz, incrementó los rendimientos del mismo, en términos absolutos, respecto a un manejo químico (urea + fosfato monoámonico + sulfato de amonio).

La tendencia a mayores rendimientos, en términos absolutos, se explican desde la desagregación de los componentes (granos m⁻², granos espiga⁻¹ o semillas vaina⁻¹ y PMG)

que integran el rendimiento. Estos componentes para los tratamientos con compost no presentaron diferencias estadísticas significativas en relación a los obtenidos con el barbecho convencional, pero sí diferencias en valores absolutos. Estos valores para granos m^{-2} , granos espiga $^{-1}$ o semillas vaina $^{-1}$ y PMG, fueron mayores para el tratamiento con compost. (Tabla 9)

Con respecto al IC, cociente entre biomasa aérea y rendimiento, no presentó diferencias estadísticas significativas entre ambos tratamientos. Sin embargo, en términos absolutos, se obtuvieron mayores valores para los tratamientos con compost, lo cual se debe fundamentalmente al mayor rendimiento y menor biomasa obtenida debido a la menor densidad lograda en dicho tratamiento (Tabla 4 y 9, respectivamente).

Cabe hacer una mención especial desde el punto de vista de la densidad lograda en maíz para ambos tratamientos, la cual resultó en promedio inferior (40.000-48.000 plantas ha^{-1}) a la óptima (80.000 plantas ha^{-1}) recomendada (Vallone et al., 2010). Esto se puede explicar, desde la necesidad de resembrar dicho cultivo a causa de efectos adversos ocurridos en el momento de la siembra (ataque de palomas), lo que implicó modificar la fecha óptima de siembra (principios de octubre) para la zona (INTA-Estación Experimental Cuenca del Salado, 2015); como a su vez por las condiciones hídricas deficitarias ocurridas durante la implantación. Debido a las condiciones desfavorables de humedad del suelo, temperatura y precipitaciones, inferiores a las históricas durante el mes de noviembre, disminuyó el porcentaje de emergencia, afectándose por lo tanto el rendimiento. Dicho cultivo requiere en promedio 550-600mm en todo su ciclo de crecimiento (Della Maggiora et al., 2000), siendo inferiores los milímetros ocurridos (Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Estación Experimental Ing. Agro. J. Hirschhorn, 2017-2018), desde la resiembra (1 de noviembre) hasta su cosecha (22 de marzo): 333mm. En el caso de la soja presentó una densidad promedio (282.500 plantas ha^{-1} logradas) que se encuentra dentro de las densidades normales que se utilizan en el

país, 240.000- 360.000 plantas ha⁻¹ (Baigorri et al., 1997). Sin embargo, la intención de siembra para el cultivo de soja en este ensayo fue de 400.000 plantas ha⁻¹. Por lo tanto, debido a las condiciones hídricas deficitarias ocurridas en el mes de noviembre: 24,2mm (Figura 1), disminuyó la emergencia de plantas de dicho cultivo.

La ausencia de diferencias significativas entre ambos tratamientos de barbechos resulta positiva, debido a que indicaría que resulta factible el reemplazo del uso de fertilizante inorgánico (urea) por compost (guano de gallina estabilizado), lográndose iguales rendimientos. Estos resultados serían comparables a los obtenidos en ensayos de la campaña 2015-2016 en la localidad de Monte Buey, Córdoba, por Alladio et al. (2016), donde se determinó que el uso de compost de guano de gallina, es una alternativa viable para la fertilización del cultivo de maíz, ya que permite incrementar los rendimientos y un importante ahorro de fertilizantes de síntesis química. Esto además traería consigo ventajas económicas y sobre el medio ambiente en el caso de establecimientos de producción avícola integrada a sistemas de producción agrícola, debido a que pueden ser reutilizadas las excesivas cantidades de guano acumuladas en los establecimientos avícolas que contrariamente serían potenciales contaminantes del suelo. A su vez, el aumento de precios de los fertilizantes, sobre todo los fosforados, hacen que este subproducto sea una alternativa interesante para complementar la fertilización de cultivos extensivos con recursos del propio establecimiento (Ferraris, 2014). De todos modos, sería importante hacer un análisis económico con mayor precisión, incluyendo todos los costos, ya que es posible que en establecimientos mixtos esta práctica tenga ventajas, pero si el compost debiese ser trasladado grandes distancias, los costos de traslado puedan encarecer mucho la labor. Además, es importante considerar que el aporte de compost de guano de aves genera una mejora en las propiedades físicas, químicas y biológicas, asociado principalmente al aumento de la materia orgánica y niveles de nutrientes en el suelo, tanto macronutrientes como microelementos. Según Ferraris

(2014): “El guano de ave principalmente realiza un aporte de P y N muy conveniente - sobre todo el de gallina que es más concentrado-, contribuyendo a equilibrar los balances de nutrientes; ya que por una cuestión de costos y rentabilidad, generalmente con los fertilizantes químicos no se llega a equiparar la extracción que hacen los cultivos, y ésta es una vía muy interesante para complementar o equiparar ese balance que normalmente es negativo”. Además, no sólo mejora la fertilidad química, mediante el aporte de macro-micronutrientes, sino también contribuye a la estructura física de los suelos, debido al importante aporte de carbono orgánico (Ferraris, 2014).

En lo que respecta a los niveles de nutrientes en el suelo por la incorporación de compost de guano de pollo, se logran aumentos en los niveles de nitrógeno total (%), carbono orgánico (%) y fósforo disponible (Peyron, 2017). Esto último se asemeja con los resultados obtenidos en ensayos realizados en el Partido de Cnel. Rosales durante la campaña 2009 (Lauric et al., 2009), donde la incorporación de guano de pollo incremento los niveles de fósforo disponible (22 ppm) en los primeros 15 cm del suelo con respecto al tratamiento testigo (N: 20-P: 8,7-K: 0). Respecto a las secuencias utilizadas en este ensayo, es lógico encontrar diferencias entre la S1, donde se implantó soja y las restantes: S2, S3 y S4, donde se sembró maíz. Debido a que en el cultivo de soja, el rendimiento, biomasa y componentes del rendimiento (granos m⁻², semillas vaina⁻¹ y PMG) son diferentes al cultivo de maíz, implantado en las restantes secuencias.

Conclusiones

Para las condiciones de ensayo, el barbecho alternativo con aplicación de residuos orgánicos compostados no resultó en beneficios sobre la productividad de los cultivos sucesores, aunque pudo observarse una tendencia a un mayor rendimiento.

Los resultados obtenidos muestran que es factible reemplazar el uso de fertilizante inorgánico (urea) por compost (guano de gallina estabilizado) lográndose rendimientos

que no difieren significativamente entre sí. La implementación de esta práctica permitiría reducir el uso de fertilizantes de síntesis química, derivados del petróleo, disminuyendo los costos y el impacto ambiental.

Se concluye que llevar a cabo este tipo de manejo, resulta una alternativa viable para la fertilización de cultivos extensivos, tanto para el caso de establecimientos de producción avícola como para los sistemas de producción agrícola, donde encuentran un doble interés, reducir los costos y los contaminantes potenciales del medioambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ **Alladio, R.; Errasquin, L.; Saavedra, A. & Pagnan, L.** 2016. Efecto del aporte de nutrientes del guano y compost de gallinas ponedoras sobre el rendimiento del cultivo de maíz. INTA Estación experimental agropecuaria Marcos Juárez. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_maiz_guano_jp16_0.pdf. Ultimo acceso: noviembre de 2018.
- ✓ **Álvarez, R.; De Paepe, J.L. & Steinbach, HS.** 2015. Capítulo 4: Nitrógeno. En: Fertilidad de suelos y fertilización de la Región Pampeana. R Álvarez (Ed.). Editorial Facultad de Agronomía.
- ✓ **Alvaríño, CR.** 2003. Residuos orgánicos de origen urbano e industrial que se incorporan al suelo como alternativa económica en la agricultura. Revista CENIC Ciencias Químicas, Vol. 36, No. 1.
- ✓ **Baigorri, H.E.J.; Bodrero, M.L.; Morandi, E.L.; Martignone, R.A.; Andrade, F.H.; Meira, S. & Guevera, E.** 1997. Ecofisiología del cultivo. En: Giorda L., Baigorri H.E.J. El cultivo de la soja en Argentina.
- ✓ **Basanta, M.; Giubergia, J.P.; Lovera, E.; Alvarez, C.; Martellotto, E.; Curto, E. & Viglianco, A.** 2008. Manejo del barbecho invernal y su influencia en la disponibilidad hídrica para el cultivo estival en un Haplustol de la Región Central de Córdoba. XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. San Luís. Disponible en CD.
- ✓ **Biolur.** 2013. Asociación para el fomento de la agricultura ecológica en Guipúzcoa. Disponible en: <http://www.ecoagricultor.com/foro/topic/biolur/>. Ultimo acceso: mayo 2016.

- ✓ **Caviglia, O.P. & Andrade, F.H.** 2010. Sustainable Intensification of Agriculture in the Argentinean Pampas. Capture and Use Efficiency of Environmental Resources. The Americas Journal of Plant Science and Biotechnology 3 (Special Issue 1) 1-8.
- ✓ **Cruzate, G.A. & Casas, R.** 2009. Extracción de nutrientes en la Agricultura Argentina. Informaciones Agronómicas del Cono Sur. N° 44.:21-26.
- ✓ **Della Maggiore, A.I.; Gardiol, J.M. & Irigoyen, A.I.** 2000. Cap. 6: Requerimientos hídricos. Pg. 155-171. En: Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. Ed. Fernando H. Andrade – Victor O. Sadras.
- ✓ **INTA Estación Experimental Cuenca del Salado.** 2014. Elección de la fecha de siembra del maíz. Disponible en: <http://www.todoagro.com.ar/noticias/nota.asp?nid=31066>. Ultimo acceso: noviembre de 2018.
- ✓ **Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Estación Experimental Ing. Agro, J. Hirschhorn.** 2017-2018. Sección Agrometeorología. Boletines Agrometeorológicos mensuales: septiembre a abril.
- ✓ **Ferraris, G.** 2014. Aporte de guano de ave en cultivos extensivos. INTA Pergamino. Informe Nuevo ABC Rural. Disponible en: <http://www.nuevoabcrural.com.ar/2014/vertext.php?id=1976>. Ultimo acceso: noviembre 2018.
- ✓ **Gambaudo, S. & Sosa, N.** 2015. Residuos pecuarios: problema u oportunidad. INTA EEA Manfredi. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/residuos-pecuarios-problema-u-oportunidad/>. Ultimo acceso: agosto de 2015.
- ✓ **Golabi Mohammad, H.; Denney, M.J. & Iyekar, C.** 2004. Use of composted organic wastes as alternative to synthetic fertilizers for enhancing crop productivity and

agricultural sustainability on the tropical island of Guam. Isco 2004 - 13th International Soil Conservation Organisation Conference – Brisbane, July 2004 Conserving Soil and Water for Society: Sharing Solutions Paper No. 234 page 1

✓ **Grobocopatel, G.** 2013. Telam: informes especiales. Disponible en: <http://www.telam.com.ar/informes-especiales/1-soja-y-poder-economico/2-el-negocio>. Ultimo acceso: Julio 2016.

✓ **Lauric, A.; Marinissen, A. & Loewy, T.** 2009. Fertilización orgánica con guano de pollo sobre el rendimiento del cultivo de trigo y la fertilidad del suelo. INTA Bahía Blanca Agencia Extensión (EEA INTA Bordenave). Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-1__hoja_informativa_fertilizacion_organica_trigo.pdf. Ultimo acceso: noviembre 2018.

✓ **Mengo, R.** 2008. República Argentina: Impacto social, ambiental y productivo de la expansión sojera. Disponible en: <http://www.ecoportal.net/content/view/full/76397>. Último acceso: mayo de 2016.

✓ **Ministerio de Agroindustria de la República Argentina.** 2015. Buenas Prácticas de Manejo y Utilización de Cama de Pollo y Guano. Disponible en: https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/prensa/folletos_digitales/contenido/Manual_Avicola.pdf. Ultimo acceso: Noviembre 2018.

✓ **Ministerio de Agroindustria de la República Argentina.** 2018. Estimaciones Agrícolas. Disponible en: <http://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones>. Último acceso: febrero de 2018.

✓ **Pengue, W.** 2001 Impactos de la expansión de la soja en Argentina. Globalización, desarrollo agropecuario e ingeniería genética: un modelo para armar. Biodiversidad 29:7-14.

- ✓ **Peyron, G.**, 2017. Efecto de diferentes estrategias de barbecho sobre la disponibilidad de nutrientes y de agua para el cultivo sucesor en distintas rotaciones. Trabajo final de carrera, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP.

- ✓ **Sarandón, S.J. & Flores, C.C.** 2014. La agroecología: el enfoque necesario para una agricultura sustentable. En: Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. S. Sarandón & C Flores (Ed.). Editorial de la Universidad de La Plata. Argentina. pp 42-69. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/37280>. Ultimo acceso: marzo de 2015.

- ✓ **Sarwar, G.; Hussain, N.; Schmeisky, H. & Muhammad, S.** 2007. Use of compost an environment friendly technology for enhancing rice-wheat production in Pakistan Pak. J. Bot., 39(5): 1553-1558.

- ✓ **Vallone, P.; Gudelj, V.; Galarza, C.; Masiero, B.; Ferreira, L. & Canale, A.** 2010. Ensayo de densidad y distancia de siembra de maíz. INTA Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-ensayo_de_densidad_y_distancia_de_siembra_de_mai.pdf. Ultimo acceso: noviembre de 2018.