



# Abonado de trigo y soja con digerido proveniente de biodigestores

*Ing. Agr. Luciano Mieres Venturini; Ing. Agr. Ana Brach; Ing Agr Mikeas Sandoval- INTA EEA Reconquista*

Los biodigestores son contenedores herméticos donde se combinan bacterias particulares y material orgánico, dando lugar a procesos de fermentación en ausencia de oxígeno; que generan biogás como producto principal. Como subproducto se generan líquidos denominados “digeridos” cuyas características pueden variar en relación al material utilizado para alimentar los biodigestores. En algunos casos, como cuando ingresan vinazas residuales de plantas de producción de bioetanol (Thin Stillage) a base de granos de maíz, el digerido resultante presenta muy bajo contenido de metales potencialmente nocivos para el ambiente y abundantes niveles de elementos nutritivos vitales para las plantas, como nitrógeno, fósforo y potasio (Tabla 1), que puede ser utilizado como abono para los cultivos agrícolas.

## Ensayos

En la EEA Reconquista, en la campaña 2019/2020, se realizó una experiencia a campo, donde se aplicó el digerido obtenido de la planta Biogás Avellaneda. El objetivo del trabajo fue evaluar cambios en las propie-

dades químicas del suelo, rendimiento y calidad en la secuencia trigo-soja. Cada tratamiento (dosis de digerido) fue aplicado en macro parcelas de 1/3 ha, con 4 repeticiones y distribuidos en bloques completos al azar. Los tratamientos consistieron en la aplicación de tres dosis de digerido: 6000 L/ha y 18000 L/ha y un testigo sin aplicación durante Mayo de 2019 y posteriormente se realizó el laboreo del suelo para mejorar su incorporación.

La dosis más baja empleada aportó similar contenido de fósforo que una fertilización con 70 kg/ha de fosfato diamónico. En la dosis más alta, el contenido en fósforo, triplicó lo que aporta la dosis de fosfato diamónico antes mencionada. El tratamiento testigo, no tuvo aporte de digerido, pero sí se incorporó a la siembra 70 kg/ha de fosfato diamónico. Todos los tratamientos fueron fertilizados con 40 kg/ha de nitrógeno (87 kg/ha de UREA) en macollaje del cultivo de trigo. Posterior a la cosecha, en noviembre, se sembró soja (Nidera A 8009 RG) en siembra directa, donde nuevamente al igual que en cultivo de trigo, se fertilizó el tratamiento sin la incorporación del digerido.

**Tabla 1:** Caracterización fisicoquímica del digerido utilizado (concentrado por evaporación) proveniente de planta Biogás Avellaneda. Campaña 2019/2020.

Variable	Unidad	Valor	Metodología	Laboratorio
Residuo Seco	(%)	4,15	Secado estufa 70°C	Lab. Central de Cp. Ind. Vicentín
Cenizas	(%)	2	Calcinación mufla 600°C	
Sólidos totales orgánicos	(g/L)	51,8	Secado estufa 105°C	
Nitrógeno Total	(g/L)	2,13	Kjeldahl	
pH		7,57	Potenciometría (lectura directa)	
Conductividad Eléctrica	(dS/m)	14,4	Conductimetría (lectura directa)	
Fosfatos (PO43-)	(mg/L)	6,5	Colorimetría	
Fósforo total	(g/L)	0,62	Colorimetría	
Nitrógeno Amoniacal (N-NH4)	(g/L)	1,16	Kjeldahl	
Calcio total	(g/L)	0,13	Absorción atómica	Lab. Desechos Pecuarios FCA-UNL
Magnesio total	(g/L)	0,16		
Sodio total	(g/L)	0,7		
Potasio total	(g/L)	7,99		
Zinc total	(mg/L)	18,9		
Cobre total	(mg/L)	6,19		
Manganeso total	(mg/L)	3,25		
Hierro total	(mg/L)	80,2		

### Cambios en el suelo por abonar con digerido

El suelo del lote presentó buena aptitud agrícola, bajos contenidos de materia orgánica (M.O.; <1,5%), bajos niveles de nitrógeno total (N. Total.; <0,091%), acidez moderada (pH <5,9). El digerido en ambas dosis utilizadas no determinó cambios de M.O., N.Total ni pH. Tampoco cambió la capacidad de intercambio catiónico (CIC), calcio intercambiable (Ca<sup>++</sup>), magnesio intercambiable (Mg<sup>++</sup>) y sodio intercambiable (Na<sup>+</sup>), para las tres profundidades estudiadas (0 a 10, 10 a 20 y 20 a 40 cm, Tabla 2).

El digerido si propició cambios en contenidos de fósforo disponible (P.disp.; p=0,04), nitratos (NO<sub>3</sub>; p=0,001) y potasio intercambiable (K<sup>+</sup>; p=0,02) en la profundidad 0 a 10 cm. Previo a la siembra de trigo, el tratamiento con 18000 L/ha de digerido, registró 52 ppm de fósforo disponible (P.disp.) de 0 a 10 cm de suelo, lo que equivale un aumento de 250% respecto de suelo sin digerido

(20ppm). Con aplicación de 6000 L/ha el P.disp. fue de 30 ppm, por lo que se incrementó 160% (Tabla 2). El P.disp. no cambió y fue similar entre tratamientos en las profundidades 10 a 20 cm y 20 a 40 cm de suelo.

Los contenidos de nitrógeno disponible (nitratos, NO<sub>3</sub>) de 0 a 10 cm de suelo, se incrementaron al aplicar 18000 L/ha (132 ppm), al comparar con la dosis de 6000 L/ha aplicada (102 ppm) y sin aplicación de digerido (46 ppm). De 10 a 20 cm de suelo también ocurrieron aumentos significativos de NO<sub>3</sub> por aplicar digerido (p=0,04), siendo los contenidos más adecuados los generados por el uso de 18000 L/ha (58 ppm).

También la concentración de potasio intercambiable (K<sup>+</sup>) aumentó al aplicar el abono en la profundidad 0 a 10 cm, 45% en la mayor dosis (0,73 meq/100 gr) y 21 % en la menor dosis (0,6 meq/100 gr), respecto de los valores dados en el testigo (0,5 meq/100 gr).

**Tabla 2:** Caracterización fisicoquímica de las muestras de suelo en 3 profundidades de suelo (0 a 10, 10 a 20 y 20 a 40 cm), evaluadas luego del tratamiento con tres dosis de digerido (0, 6000 y 18000 L/ha) aplicados al suelo como enmiendas en pre siembra de Trigo, Campaña 2019. Laboratorio de Suelo, Agua y Forraje, EEA INTA Reconquista.

Tratamiento Dosis	M.O. %	N. Total %	pH	P disp. ppm	NO <sup>3</sup> ppm	CIC meq /100 gr	Ca <sup>+2</sup> meq /100 gr	Mg <sup>+2</sup> meq /100 gr	K <sup>+</sup> meq /100 gr	Na <sup>+</sup> meq /100 gr	P disp. ppm
<b>Pre siembra Trigo</b>											<b>Pre siembra Soja</b>
<b>0 a 10 cm de suelo</b>											
Testigo	1,54	0,09	5,9	20 a	46 a	9,8	6,7	3,1	0,50 a	0,18	19 a
6000 L/ha digerido	1,55	0,09	5,8	33 b	102 b	10,9	6,5	3,2	0,60 b	0,16	28 b
18000 L/ha digerido	1,56	0,09	5,8	52 c	132 c	10,1	5,8	3,2	0,73 c	0,25	33 c
<b>10 a 20 cm de suelo</b>											
Testigo	1,41	0,08	5,9	14	27 a	10	6,2	3,1	0,38	0,18	14 a
6000 L/ha digerido	1,28	0,07	5,9	18	49 b	10,4	5,5	3,2	0,38	0,17	16 a
18000 L/ha digerido	1,24	0,08	5,9	20	58 c	10,7	5,5	2,4	0,35	0,26	20 b
<b>20 a 40 cm de suelo</b>											
Testigo	1,25	0,07	6,1	9	11	14,7	8,4	3	0,4	0,26	11 a
6000 L/ha digerido	1,25	0,07	6,2	13	14	16	8,1	3,5	0,37	0,21	15 a
18000 L/ha digerido	1,24	0,07	6,1	16	16	18	9,3	3,1	0,44	0,31	26 b

Referencia: Contenidos materia orgánica (M.O.), nitrógeno total (N.Total), potencial hidrógeno (pH), conductividad eléctrica (C.E.), fósforo disponible (P.disp.) y nitratos (NO<sub>3</sub>), capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo, concentraciones intercambiables de calcio (Ca<sup>++</sup>), magnesio (Mg<sup>++</sup>), potasio (K<sup>+</sup>) y sodio (Na<sup>+</sup>). Distintas letras para cada columna, en cada profundidad, indican diferencias estadísticamente significativas para cada tratamiento. Test LSD Fisher.

## Fósforo residual para soja de segunda

Los contenidos de P.disp. se mantuvieron elevados luego de la cosecha del trigo respecto del testigo y el impacto positivo se amplió a las tres profundidades evaluadas (Tabla 2). En la profundidad 0 a 10 cm ( $p=0,001$ ) la aplicación de 18000 L/ha registró valores de P.disp. de 33 ppm, lo que equivale a un aumento de 177% respecto al testigo (19 ppm) fertilizado con 70 kg/ha de fosfato en la siembra de trigo y 117% al aplicar 6000 L/ha. En la profundidad 10 a 20 cm ( $p=0,003$ ), como también en la profundidad 20 a 40 cm ( $p=0,009$ ) los valores de P.disp. de suelos abonados con digerido presentaron

aumentos significativos respecto del testigo.

## Rendimiento de trigo y soja de segunda

Ante la aplicación de 18000 L/ha de digerido, el trigo rindió 3760 kg/ha y superó en 8,7% (301 kg/ha,  $p=0,03$ ) al tratamiento con fertilización convencional (70 kg/ha de fosfato diamónico). El rendimiento para el tratamiento 6000 L/ha de digerido resultó de 3606 kg/ha y no se diferenció estadísticamente del testigo (3459 kg/ha; Tabla 3). El peso medio de 1000 granos para todos los tratamientos fue bueno (41,3 gr), como así también el índice de cosecha (0,29). En cuanto a la

calidad de los granos de trigo, fue adecuada para su comercialización, con elevados contenidos de proteína (10,6%) y gluten húmedo (23,3%), mientras que el peso hectolítrico alcanzó niveles aceptables (76,6). Todos estos parámetros no cambiaron por el uso del digerido

como abono. Las lluvias efectivas durante el cultivo de trigo totalizaron 261 mm desde la siembra, con 107,1 mm en la etapa vegetativa y 153,9 mm en la etapa reproductiva.



Foto 1: Cosecha de trigo 2019 en ensayos en macro parcelas ante tratamientos con digerido. EEA INTA Reconquista.

**Tabla 3:** Rendimiento de Trigo (variedad Klein Nutria) y Soja (variedad Nidera A 8009 RG), componentes de rendimiento y calidad de granos, evaluadas luego del tratamiento con tres dosis de digerido (0, 6000 y 18000 L/ha) aplicados al suelo como enmiendas en mayo de 2019. Laboratorio de Calidad de Granos EEA INTA Reconquista.

Tratamiento	Rendimiento	Peso	IC	Proteína	Gluten húmedo	Peso Hectolítrico	Grasa
70 kg/ha PDA	3459 a	40,9	0,27	10,8	23	75,5	-
6000 L/ha digerido	3606 ab	41,3	0,29	10,5	23,3	76,7	-
18000 L/ha digerido	3760 b	41,6	0,28	10,6	23,7	75,9	-
Soja 2da							
70 kg/ha PDA	1870 a	125	0,31	40,1	-	-	23
6000 L/ha digerido	1742 a	119	0,3	40	-	-	23,3
18000 L/ha digerido	2090 b	122	0,33	40,5	-	-	23,7

Referencias: IC, Índice de Cosecha. Distintas letras para cada columna indican diferencias estadísticamente significativas para cada tratamiento. Test LSD Fisher.

El cultivo de soja de segunda recibió 634 mm de lluvias, 490 mm durante el período vegetativo, mientras que en el período reproductivo precipitaron efectivamente 144 mm. En esta etapa las medias de los meses de marzo y abril fueron menores a la media histórica, y la evapotranspiración estimada de soja fue de 696 mm, por lo que se han manifestado síntomas de estrés hídrico.

El rendimiento al aplicar 18000 L/ha de digerido fue 2090 kg/ha ( $p < 0,021$ ), con una productividad 11,8% mayor (220 kg/ha) respecto del testigo (fertilizado con

70 Kg/ha de fosfato diamónico) y 20% mayor que la dosis de 6000 L/ha de digerido. En tanto que el peso de 1000 granos, Índice de Cosecha, Proteína y Grasa (Tabla 3) no variaron por el uso del digerido. Respecto al peso de 1000 granos, la media de todos los tratamientos fue baja (121,8 gr) y también fue bajo el índice de cosecha (0,32), como consecuencia del estrés hídrico. La calidad de los granos en su contenido proteico medio (40,2%) y grasa (23,3%) fue muy buena, alcanzando niveles de Profat (63,3%) que determinan una adecuada calidad industrial.

### CONCLUSIONES

Este experimento permitió concluir que al aplicar digerido en dosis de 18000 L/ha, mejoran los niveles disponibles de N, P y K en suelo y determinan mejoras en el rendimiento de la secuencia Trigo-Soja de segunda, siendo una dosis adecuada para una estrategia válida de cambio en la nutrición actual de ambos cultivos en el norte de Santa Fe. La información registrada en condiciones de campo resulta de gran utilidad para realizar recomendaciones de dosis óptimas de digerido y para reconocer en este caso las virtudes del reciclado de nutrientes de los suelos como estrategia para propender a producciones sustentables.