



USO DE UNA ENMIENDA BIOLÓGICA LÍQUIDA EN EL CULTIVO DE TRIGO: CAMPAÑA 2015

Guerra, S.; Canesini, C. Kern E. Técnicos INTA AER Esperanza

INTRODUCCIÓN

Son escasos los antecedentes en el uso de enmienda biológica líquida foliar -FFO- en cultivos agrícolas. A priori se cuenta con un trabajo exploratorio en el cultivo de soja, campaña 14/15, donde se obtuvo respuesta lineal en el rendimiento al aumento de la dosis. Es un caso donde el productor decidió buscar alternativas al uso de productos para el control de plagas y enfermedades en cultivos agrícolas en un lote de 10.5ha cerca del borde urbano rural (bur).

El uso de este tipo de productos, para mitigar los daños de las plagas en los cultivos agrícolas y aportar nutrientes, en especial en las zonas rurales cercanas a las urbanas, es una manera de generar antecedentes con prácticas tendientes a minimizar el uso de productos de síntesis química para el control de las mismas.

Se plantea realizar un ensayo con una enmienda biológica líquida en el cultivo de trigo. Esta situación desencadena los siguientes interrogantes: ¿Cuál es la respuesta de la enmienda en el cultivo de trigo? O sea, ¿Influye la aplicación de la enmienda foliar líquida en el rendimiento de grano del cultivo de trigo? ¿El uso de esta enmienda produce cambios en la microbiología del suelo? Por ello se decide plantear un ensayo para conocer si distintas dosis del producto tienen diferentes efectos en el rendimiento de trigo. Objetivo: conocer el efecto de la aplicación de la enmienda en el rendimiento de cultivo de trigo.



METODOLOGÍA

La enmienda biológica líquida utilizada posee en su composición micronutrientes y microorganismos, Tabla 1.

Tabla 1: Composición química y biológica de la enmienda (FFO).

Micronutrientes	Mgr/L	Microorganismo presentes
Manganeso	0.090	Bacillus thuringiensis
Cobre	<0.060	Bacillus pumilus
Hierro	1.400	Bacillus subtilis
Zinc	0.045	
Níquel	<0.030	

Fuente: Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas UNL, año 2008.

Entre los principales microorganismos se destacan las bacterias del genero Bacillus, cuyo estudio integral permitiría su utilización en diversas esferas, especialmente en la agricultura. A continuación se describen brevemente B. thuringiensis y pumilus.

Bacillus thuringiensis es una bacteria capaz de formar cristales proteicos al momento de esporular (SOLER P. M., 2007). Los cristales están compuestos por proteínas, algunas de las cuales son extremadamente toxicas para los insectos de los siguientes órdenes: Lepidópteros, Dípteros y Coleópteros, no así para los mamíferos, incluido el hombre (SIEGEL 2001 citado por SOLER P. M., 2007). Los insectos de los órdenes Lepidópteros y Coleópteros son considerados plagas agrícolas mientras que los insectos del orden Dípteros como vectores de enfermedades al hombre. Los cristales de proteínas son biodegradables, sin presentar riesgos de contaminar el suelo ni el agua, por ello, esta bacteria es considerada una alternativa ecológicamente sostenible al uso de insecticidas químicos para el control de plagas agrícolas y vectores de enfermedades (WHALON Y WINDERD 2003, citado por SOLER P. M., 2007). El primer registro que se tienen del uso de B. thuringiensis para el control de insectos fue en Hungría a finales de 1920, y en Yugoslavia a principio de 1930 para el control de gusano europeo del maíz Ostrinia nubilalis (LORD 2005 citado por GARCÍA, 2008).



Por otro lado, *Bacillus pumilus* es una bacteria considerada un organismo promotor del crecimiento, produce hormonas en el medio de cultivo y tiene influencia en el desarrollo de diversas gramíneas (GUTIERREZ MAÑERO et al., 1996 citado por ZÚÑIGA BRAVO 2009). Se ha encontrado que cuando se asocia a la rizósfera puede modificar la actividad fisiológica de las plantas mejorando el crecimiento de éstas (PERRY et al., 1987; BASHAN et al., 1996, citados por ZÚÑIGA BRAVO, 2009). El mecanismo estudiado con mayor amplitud ha sido la producción de auxinas, especialmente de ácido indolacético, AIA. Las bacterias promotoras de crecimiento – PGPR- sintetizan AIA. Esta importante auxina secretada por bacterias contribuye estimulando el desarrollo del sistema radical y el crecimiento general de la planta huésped. Al mismo tiempo, el consecuente incremento en la producción de metabolitos vegetales, utilizados por las bacterias para su propio crecimiento, pondría de manifiesto un beneficio recíproco en la relación planta-bacteria (PATTEN y GLICK, 2002, citado por ZÚÑIGA BRAVO, 2009).

Los micro elementos, las bacterias descriptas brevemente y las otras presentes en la enmienda biológica líquida contribuirían a un mejor estado nutricional de la planta además del control de las plagas que repercutiría en el rendimiento final del cultivo. Para conocer los efectos de la enmienda sobre el rendimiento de trigo se planteó el desarrollo del trabajo en franjas con dos tratamientos y un control, respetando las tratadas en el cultivo antecesor. A continuación se mencionan los tratamientos:

TS: dosis simple, 5 litros/ha (recomendada por la empresa).

TD: dosis doble, 10 litros/ha.

Control o testigo: sin uso de la enmienda.

El trabajo se realizó en el campo de un productor del bur de Humboldt, Las Colonias. Este es el segundo cultivo al que se realiza un seguimiento y evaluación. El suelo es un Argiudol típico, serie Esperanza con un índice de productividad del 79%, Esp05, 1/2w-79.

El control de malezas se efectuó de forma mecánica el 1 de junio: una pasada de desencontrado y dos pasadas de rastra de dientes. Posteriormente, el 7 de agosto, se controló químicamente con dicamba, metsulfuron y coadyugante a una dosis de 150cc, 6 gr y 100cc respectivamente.



La siembra se realizó el 8 de julio con una sembradora Tanzi 4300 a una distancia entre surcos de 19cm. El material utilizado fue Klein Tauro, ciclo intermedio, con una densidad de 130kg/ha y el cultivo antecesor soja.

Las aplicaciones, de la enmienda biológica, recomendadas por la empresa durante el cultivo de trigo son, 5 litros en 100 litros de agua/ha, en inicio de macollaje, hoja bandera y espigazón. Con la posibilidad de una cuarta aplicación dependiendo de las condiciones climáticas y presencia de plagas. Las aplicaciones se realizaron con una pulverizadora de arrastre de 17.8m de ancho:

1º aplicación de la enmienda: 7 de agosto en macollaje, entre las etapas fenológicas 2.3-2.5 según tabla de Zadocks.

2º aplicación de la enmienda: 2 de septiembre en inicio de encañazon, entre las etapas fenológicas 3.2-3.3 según tabla de Zadocks.

3º aplicación de la enmienda: 21 de septiembre en pre emergencia floral, entre las etapas fenológicas 4.1-4.5 según tabla de Zadocks. Se observó falta de agua.

Se realizaron las siguientes observaciones:

1. Conteo de plantas por metro lineal, 6 lecturas al azar en cada franja. En estado fenológico Z1.2.
2. Medición de raíces y de la parte aérea, 10 muestras al azar en cada franja. Realizado en un estado fenológico entre Z2.4-2.7.
3. Conteo del número de espigas por 1m², 10 lecturas al azar en cada franja. Momento fenológico Z5.9.
4. Rendimiento (Kg/ha), cosecha manual de 1m², 10 muestras al azar en cada franja. Momento Z9.2, 20 de Noviembre. Rendimiento corregido al 14% de humedad.

De cada una se determinó valores promedios, extremos, centrales y frecuentes.

RESULTADOS

Las lluvias ocurridas durante el ciclo del cultivo fueron inferiores a la serie histórica de la región. En la Figura 1 se exponen los valores registrados de lluvias en Esperanza, desde el mes de mayo hasta noviembre, y los valores correspondientes a la serie histórica 1930-2013 de la EEA Rafaela.

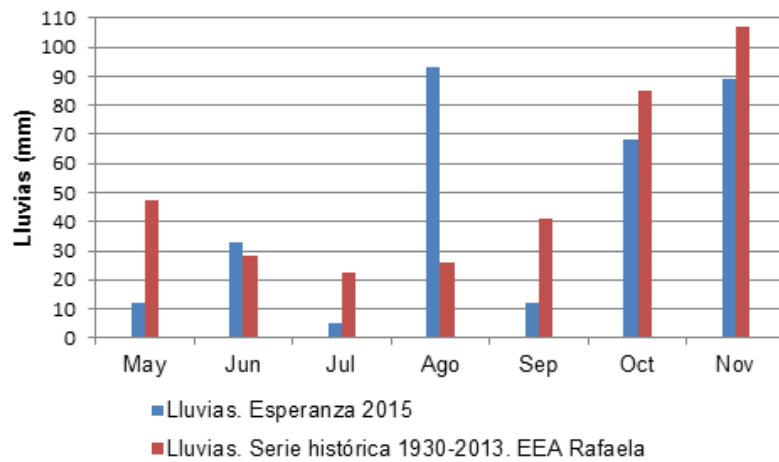


Figura 1: Lluvias registradas entre los meses de mayo a noviembre en Esperanza (2015) y la serie histórica (1930-2013).

El déficit hídrico durante el período de septiembre hasta el mes de cosecha fue de un 27% menor a la serie histórica.

Como se mencionó anteriormente, las franjas de tratamientos se mantienen desde el cultivo anterior, aunque existe información de que el productor ya trabajaba de esta manera desde la campaña 2013/14. Se aclara esto porque se realizó muestreos para análisis químico y biológico de suelo en cada franja, previo a la siembra del trigo. Los resultados se exponen en las Tablas 2 y 3.



Tabla 2: Resultados de análisis químico. Junio 2015

Identificación por el laboratorio		LS-15-160	LS-15-161	LS-15-162
Identificación por el cliente		Testigo	Simple	Doble
Determinaciones	Materia Orgánica (%)	2.6	2.7	2.7
	Nitrógeno de Nitratos (ppm)	15.6	15.7	17.7
	Nitrógeno Total (%)	0.139	0.158	0.144
	Fósforo Extraíble (ppm)	14.4	27.7	27.3
	Azufre de Sulfatos (ppm)	18.3	21.0	20.3
	pH actual	6.0	6.1	6.0

Tabla 3: Resultados de análisis microbiológico. Junio 2015.

	BAM	SOL. DE P	FIJ. N ₂	CEL.	NITRI.	NITRA.
TT	5,00E+05	1,20E+05	7,00E+04	2,50E+02	7,00E+01	4,00E+01
TD	5,40E+05	2,00E+05	4,00E+04	9,00E+01	7,00E+01	1,40E+01
TS	1,90E+05	1,00E+04	2,00E+04	2,50E+02	7,00E+01	7,00E+01

BAM: Bacterias aerobias mesófilas. Columbia Agar Base. X 24 hs a 25°C.

Sol. De P: Solubilizadores de fósforo. SRSM1 (Sundara y Sinha, 1963) x 4 días a 25°C.

Fij. N₂: Fijadores libres de Nitrógeno. EMA con Rojo Congo (Frioni, 2000). X 48 hs a T° ambiente.

Cel: Celulolíticos. Caldo salino específico con banda de papel de filtro (Frioni, 1998). 15días a 25°C.

Nitri: Nitritadores. Caldo específico para Nitritadores (Frioni, 1998). 20 días x 25°C.

Nitra: Nitratadores. Caldo específico para Nitratadores (Frioni, 1998). 35 días x 25°C.

Los saltos en orden de magnitud (10^2 a 10^3 por ejemplo) son considerados significativos.



De los resultados de análisis de suelo se observa que las franjas tratadas con la enmienda biológica líquida, TS y TD en el cultivo antecesor, muestran un mayor valor de fósforo extraíble. Sin embargo, los microorganismos solubilizadores de fósforo entre las muestras de doble dosis de la enmienda y el testigo no marcan diferencias poblacionales.

En líneas generales, las aplicaciones de la enmienda biológica líquida no repercutieron en la población de microorganismos del suelo.

Los resultados de las observaciones realizadas durante el ciclo del cultivo, en cada franja de tratamiento, se presentan en la tabla 4.

Tabla 4: Resultados obtenidos.

Tratamiento	Observaciones	Promedio	Máximo	Mínimo	Mediana	Moda
Testigo	Nº Plantas/m	56	65	48	55	58
Simple		51	56	47	52	50
Doble		53	71	29	55	56
Testigo	Altura planta (cm)	27,63	39,00	17,50	27,00	27,00
Simple		29,42	38,50	22,50	29,50	24,50
Doble		31,07	37,00	19,50	32,00	32,00
Testigo	Longitud raíz (cm)	13,05	18,50	9,00	13,00	13,00
Simple		13,57	21,00	9,00	12,50	12,50
Doble		13,77	23,00	9,00	13,75	16,00
Testigo	Nº de espigas/m ²	50	59	44	51	52
Simple		61	75	49	59	57
Doble		70	80	52	75	80
Testigo	Rendimiento (Kg/ha)	2284,45	2970,81	1690,29	2253,72	2048,84
Simple		2442,80	2964,07	1686,45	2478,58	2401,92
Doble		2736,09	3188,67	2365,79	2622,94	2520,08

En el caso del Nº de plantas/m, realizado previo a la 1º aplicación, muestra valores superiores el T, su promedio y valor más frecuente.

En el caso de la franja TD se observaron los mayores valores para el promedio y valor más frecuente de altura de la planta, acompañado de una respuesta similar para la longitud de raíz. Esta lectura fue realizada posterior a la 2º aplicación de la enmienda.



Posterior a la 3° y última aplicación de la enmienda se realizó el conteo del N° de espigas/m² demostrando los mayores valores, en especial promedio y valor más frecuente, el TD seguido del TS. Esta tendencia se mantuvo en los resultados finales de rendimiento.

La Figura 2 expone los rendimientos de cada tratamiento para los valores promedios y más frecuentes.

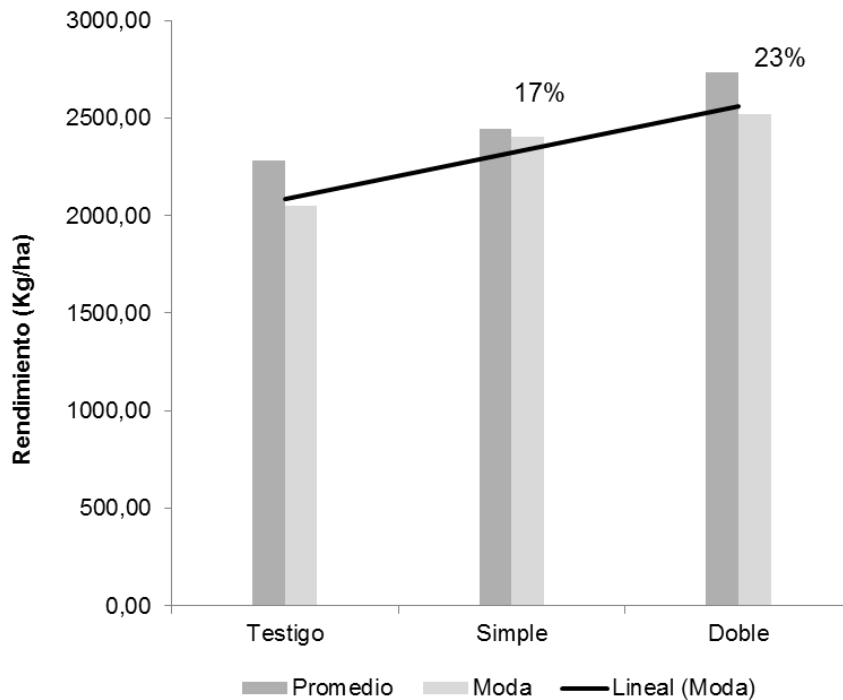


Figura 2: Rendimiento promedio y valor más frecuente de cada tratamiento.

Los promedios de los TD y TS están un 20% (2736.09 Kg/ha) y 7% (2442.80 Kg/ha) respectivamente por arriba del rendimiento promedio de la franja sin aplicaciones. Sin embargo, una valoración más acertada es la moda que refleja el valor más frecuente de la serie de datos obtenidos, esta indica rendimientos inferiores al promedio pero arroja un mayor porcentaje, TT: 2048.84 Kg/ha, TS: 2401.92 Kg/ha, 17% y TD: 2520.08 Kg/ha, 23%, con una tendencia positiva al incremento de la dosis de la enmienda.



CONCLUSIÓN

El uso de la enmienda en el cultivo antecesor no repercutió en la población microbiana del suelo. Sin embargo, se presentaron diferentes valores en las determinaciones del análisis químico del suelo. Es posible que la materia orgánica y los elementos ligados a ella, nitrógeno de nitratos y azufre de sulfato, respondan a un incremento de la masa de rastrojo generado en el cultivo anterior, más aún si se considera los cultivos previos tratados en las franjas (el área foliar de las franjas TS y TD representaron mayor volumen que el TT). Con respecto al valor de fósforo encontrado para cada franja de tratamiento se desconoce los motivos de estas diferencias tan marcadas. Esto indica la posibilidad de continuar realizando un tratamiento diferencial en las franjas para indagar en la presencia de otros microorganismos capaces de solubilizar el fósforo del suelo.

Si se tiene en cuenta que en esta campaña de trigo los rendimientos obtenidos en la zona fueron dispares, condicionados, principalmente, por el uso de fertilizantes y fungicidas, debido a la situación económica, los rendimientos obtenidos en este trabajo se encontraron dentro de los valores aceptables para el productor.

En líneas generales los resultados de rendimientos obtenidos muestran una respuesta positiva a la aplicación de la enmienda.

Se plantea continuar con evaluaciones en estas franjas de tratamientos e incluir el margen bruto de los cultivos siguientes.

Se agradece la colaboración del productor Wettstein H. y del Técnico de la empresa "Conrado Braem", J. Aimaretti.

BIBLIOGRAFIA

-GARCÍA N. M. R., 2008. "Avances en el desarrollo de formulaciones insecticidas a base de *Bacillus thuringiensis*". Laboratorio de Biotecnología Ambiental. México. Publicado en Revista Colomb. Biotecnol. Vol X. Nº1, Julio 2008, p49-63.

-LURÁ, C. et al., 2008. "Identificación d Microorganismos". Ministerio de Cultura y Educación. Universidad del Litoral. Facultad de Bioquímica y Cs. Biológicas. Ciudad Universitaria, Santa Fe, julio 2008.



-PETRABISSI H., 2014. Boletín Agrometeorológico Mensual DICIEMBRE 2014. Información diaria de 9 parámetros, registros de la Estación Agrometeorológica Rafaela. Disponible en: <http://rafaela.inta.gov.ar/agromet>

-SOLER P. M., 2007. "Estudio de la ecología del *Bacillus thuringiensis* en la hoja". Tesis doctoral para optar al grado de Doctor en Ciencias Biológicas por la Universidad Autónoma de Barcelona. 2007. Disponible en: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/3914/pms1de1.pdf?sequence=1>

-ZÚÑIGA BRAVO O. M., 2009. "Crecimiento de *Bacillus pumilus* productor de la auxina ácido indolacético, como base para formular un biofertilizante en polvo" Memoria presentada para optar al título de Ingeniero en Alimentos. Valdivia – Chile 2009.