



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

EVALUACIÓN DEL PROMOTOR DE CRECIMIENTO Y FUNGICIDA BIOLÓGICO “LÍMITE” EN EL CULTIVO DE TRIGO Año Agrícola 2013

INFORME FINAL

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto del promotor de crecimiento y fungicida biológico basado en la bacteria *Bacillus subtilis* (marca comercial LÍMITE) aplicado a la semilla, sobre las enfermedades y los componentes del rendimiento del cultivo de trigo durante la campaña 2013.

Metodología

El presente trabajo se realizó en el campo experimental de INTA, EEA Paraná (S 31°51'07,4", W 60° 32'18,6"), provincia de Entre Ríos.

El ensayo fue implantado en un lote bajo siembra directa con antecesor trigo/soja, sobre un suelo Argiudol Ácuico Serie Tezanos Pinto, sembrado el 28-06-2013 con el cultivar Baguette 501 de ciclo corto con sembradora experimental con una densidad de de 144 kg ha⁻¹.

Las parcelas de estudio, de 12 surcos de ancho y 6 m de longitud (13,68 m²) se ubicaron en un diseño en bloques completamente aleatorizados (BCA) con cuatro (4) repeticiones. Los tratamientos realizados a la semilla se detallan en la **Tabla 1**, utilizándose como testigo químico carbendazim 10% + tiram 10%, fungicida curasemilla de acción sistémica y de contacto, de Clase toxicológica III.

Los estados fenológicos del cultivo de trigo se determinaron con la escala de Zadoks modificada por Tottman y Makepeace (1979).

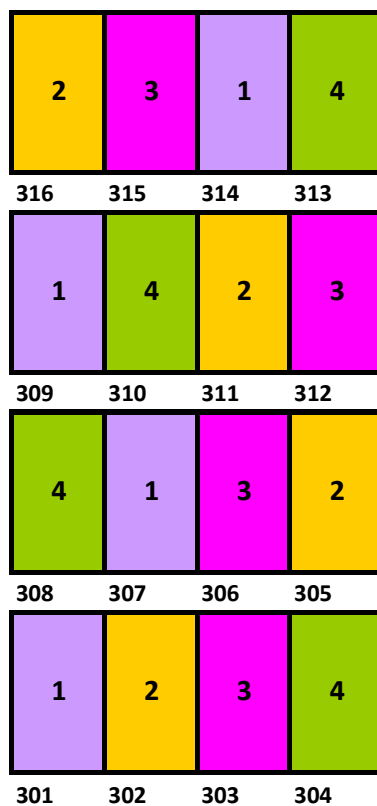


Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Tabla 1. Tratamientos evaluados en INTA EEA Paraná. Año Agrícola 2013.

TRATAMIENTO	MOMENTO	DOSIS (cc ha ⁻¹)
TESTIGO	SIEMBRA	-
LÍMITE		400
TESTIGO QUIMICO		300
LÍMITE + TESTIGO QUIMICO		400 + 300

Plano del Ensayo



Se determinaron estaciones fijas de muestreo de 2 m lineales en cada repetición de cada uno de los tratamientos, evaluándose los siguientes parámetros:

Plantas y damping-off

- a. Presencia de plantas con síntomas de damping – off (muerte de plántulas).



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

- b. Número de plantas emergidas por m lineal y m².
- c. Número de macollos por planta.

Enfermedades

- d. Incidencia y Severidad de enfermedades foliares en tres momentos del ciclo del cultivo.
 - d.1. Incidencia: número de plantas con síntomas sobre un total de 40 plantas de cada repetición, expresado en porcentaje.
 - d.2. Severidad según diferentes escalas:
 - **mancha amarilla** (*Pyrenophora tritici-repentis*) con la escala diagramática creada para el tizón del arroz (*Pyricularia grisea*) de Azevedo (1998).
 - **roya de la hoja** (*Puccinia triticina*) y **roya del tallo** (*Puccinia graminis* f.sp *tritici*) según escala diagramática de Cobb (Peterson *et al.*, 1948).

Las observaciones fueron realizadas sobre la hoja bandera (HB) y hoja bandera menos uno (HB⁻¹), calculándose la severidad promedio de ambas.

Parámetros del rendimiento

La cosecha se realizó sobre los 7 surcos centrales (7,98 m²) de cada una de las parcelas con cosechadora experimental el 03-12-2013 determinándose para cada repetición de cada tratamiento:

- **Peso hectolítrico (PH)** y humedad mediante Higrómetro portátil de alta precisión con balanza de peso hectolítrico DEIVER HD 1021J.
- **Peso de mil granos (PMG)** a partir de 7 submuestras de 100 semillas.
- **Rendimiento (REND)** en kg ha⁻¹, y diferencias con respecto al testigo en kg ha⁻¹ y en porcentaje.



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Los valores fitopatométricos expresados en porcentaje fueron transformados al arcoseno de la raíz cuadrada y analizados con ANOVA, las medias de los tratamientos fueron comparadas con la prueba LSD al 5% (INFOSTAT versión 2013).

La eficacia de control (EfC) se determinó mediante la fórmula de Abbot: $EfC = [IT - It/IT] * 100$ donde IT es la Infección (Incidencia y/o Severidad) en el Testigo y el factor It es la Infección en el tratamiento considerado.

Los registros de los principales factores climáticos (precipitaciones y temperatura media) que afectan tanto al desarrollo y crecimiento del cultivo, como al progreso de las enfermedades fueron obtenidos del Observatorio Meteorológico del INTA-EEA Paraná.

Resultados

La campaña se caracterizó por condiciones ambientales no predisponentes para el progreso de las enfermedades, con lluvias escasas y temperaturas medias por encima de la media (**Tabla 2 y 3**). Las precipitaciones ocurridas en los meses de abril y mayo (219,3 mm) contribuyeron a una rápida emergencia del cultivo, observándose la ausencia de síntomas asociados a damping-off.

Tabla 2. Precipitaciones mensuales y promedio normal (Período 1934/2010). Año Agrícola 2013.

Mes	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre
Año 2013	137,7	81,6	27,0	6,4	6,5	21,4	73,0	202,1
Normal	105,1	49,6	40,3	29,7	31,9	54,2	105,3	110,9
Diferencia	32,60	31,98	-13,28	-23,25	-25,39	-32,77	-32,28	91,23

Tabla 3. Temperatura media y promedio normal (Período 1934/2010). Año Agrícola 2013.

Mes	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre
Año 2013	19,8	15,5	13,4	13,1	12,8	15,8	20,2	21,7
Normal	18,1	15,4	12,5	12,0	13,4	15,2	18,1	20,9
Diferencia	1,6	0,1	0,9	1,1	-0,6	0,6	2,1	0,8



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

La evaluación del número de plantas (PI m lineal y PI m⁻²) se realizó el 11-07-2013 a los 13 días posteriores a la siembra al estado de tres hojas desplegadas (EC13) y el número máximo de macollos por planta al detectarse el primer nudo sobre el tallo (EC31), registrándose diferencias estadísticas significativas para el número de macollos por planta (**Tabla 4**).

Tabla 4. Efecto de tratamientos sobre plantas y macollos. INTA EEA Paraná. Año Agrícola 2013.

TRATAMIENTO	PI m lineal	PI m ⁻²	Macollos (n° pl ⁻¹)
TESTIGO	38,1	181,5	2,7 a
LÍMITE	42,0	200,0	2,7 a
TESTIGO QUIMICO	40,5	192,9	1,9 b
LÍMITE + TESTIGO QUIMICO	41,0	195,2	2,5 a
R ²	0,46		0,77
CV	17,41		13,23
p>F	0,881ns		0,0225*

ns: diferencias no significativas. *: diferencias significativas.

El agregado de LÍMITE al fungicida carbendazim + tiram permitió aumentar en forma significativa el número de macollos en un 24%.

Las enfermedades identificadas durante la campaña fueron: "mancha amarilla" (MA) desde estadios tempranos, EC21 (brote principal y un macollo), "roya de la hoja" (RH) en EC59 (emisión de espiga completa) y "roya del tallo" (H) en EC73 (estado lechoso temprano).

Se evaluó la Incidencia y Severidad de **mancha amarilla** en tres momentos, EC21-EC31 y EC83 (granos a comienzos de estado pastoso) calculándose el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) para la I MA y S MA. La Incidencia y Severidad de **roya de la hoja** (I RH - S RH) y **roya del tallo** (I RT - S RT) fue realizada en EC83, no hallándose diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (**Tabla 5, Figuras 1 y 2**); sin embargo se observó una disminución de los niveles de enfermedad en los tratamientos con aplicación de LÍMITE a la semilla.



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Tabla 5. Niveles de enfermedad según tratamiento. INTA EEA Paraná. Año Agrícola 2013.

TRATAMIENTO	ABCPE I MA	ABCPE S MA	I RH	S RH	I RT	S RT
TESTIGO	5560,6	275,9	67,5	1,9	80,0	2,9
LÍMITE	5191,9	233,2	57,5	1,9	57,5	0,7
TESTIGO QUIMICO	4868,8	268,8	65,0	3,4	67,5	1,3
LÍMITE + TESTIGO QUIMICO	4635	289,7	62,5	2,1	77,5	2,7
R ²	0,64	0,47	0,31	0,47	0,58	0,62
CV	12,94	39,02	24,52	134,89	17,06	58,92
p>F	0,278ns	0,885ns	0,822ns	0,897ns	0,093ns	0,054ns

ns: diferencias no significativas.

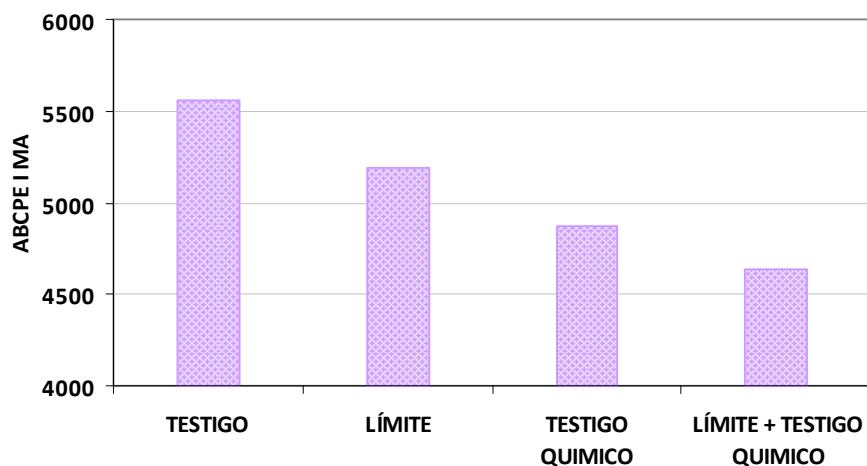


Figura 1. Área bajo la curva del progreso de la incidencia de mancha amarilla (ABCPE I MA) según tratamiento. Año Agrícola 2013.



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

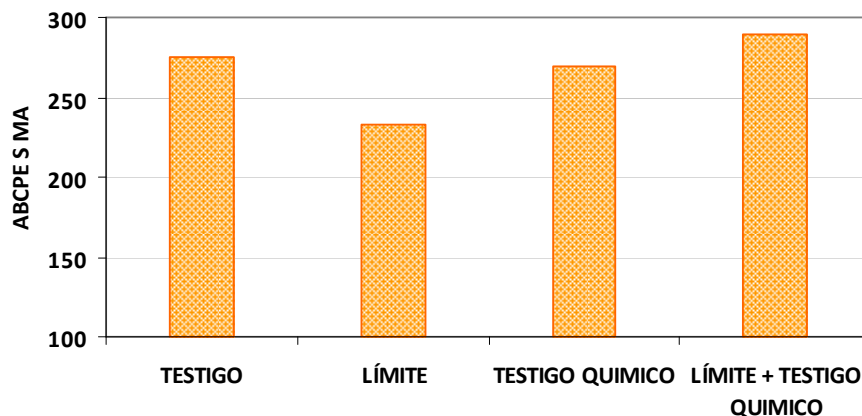


Figura 2. Área bajo la curva del progreso de la severidad de mancha amarilla (ABCPE S MA) según tratamiento. Año Agrícola 2013.

La eficiencia de control de MA del tratamiento con LÍMITE fue del 6,7%, con un valor máximo de 16,7% para el tratamiento combinado (LÍMITE + TESTIGO QUÍMICO). Para roya de la hoja y del tallo, la aplicación de LÍMITE, presentó los mayores niveles de control, 14,8 y 28,1% respectivamente, si bien estos valores son bajos comparados con la eficiencia de control de los fungicidas de síntesis, marcan una tendencia en el control de enfermedades que justifican la realización de posteriores ensayos.

El peso de mil granos (PMG) presentó diferencias estadísticas significativas con respecto al TESTIGO, no existiendo diferencias entre los tratamientos evaluados. El peso hectolítrico (PH) y el rendimiento en granos (REND) no presentaron diferencias (**Tabla 6**), sin embargo, el tratamiento combinado (LÍMITE + TESTIGO QUÍMICO) presentó un rendimiento 4,6% superior al testigo (+144 kg ha⁻¹).



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Tabla 6. Peso de mil granos, peso hectolítrico y rendimiento en granos. INTA EEA Paraná.
Año Agrícola 2013.

TRATAMIENTO	PMG (g.)	PH (kg hl ⁻¹)	REND (kg ha ⁻¹)
TESTIGO	38,3 b	74,0	3074,1
LÍMITE	40,2 a	73,7	2756,8
TESTIGO QUIMICO	40,9 a	73,8	3048,5
LÍMITE + TESTIGO QUIMICO	40,0 a	74,0	3218,6
R ²	0,65	0,27	0,67
CV	2,61	0,89	6,58
p>F	0,0313*	0,916ns	0,128ns

ns: diferencias no significativas. *: diferencias significativas.

Conclusiones

- La aplicación de *Bacillus subtilis* a las semillas podría afectar positivamente algunas características de la planta de trigo, entre ellas promover un mayor número de macollos.
- La determinación del comportamiento de microorganismos biocontroladores aplicados a las semillas como reductores de los niveles de enfermedad requieren de moderados a altos niveles de incidencia y severidad y una aparición temprana de las mismas.
- Algunos de los componentes del rendimiento como el peso de mil granos parece ser influenciado positivamente por la aplicación de *Bacillus subtilis* y su combinación con curasemillas de síntesis química.

Bibliografía

AZEVEDO, LAS 1998. Manual de quantificação de doenças de plantas. Ed. Azevedo. 114p.



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

DI RIENZO, JA; CASANOVES, F; BALZARINI, MG; GOZÁLEZ, L; TABLADA, M & CW ROBLEDO. InfoStat Versión 2013p. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

<http://www.infostat.com.ar>

PETERSON, RF; CAMPBELL, FA & AE HANAH 1948. A diagramatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. Can. J. Res. 26: 496-500.

TOTTMAN, DR & RJ MAKEPEACE 1979. An explanation of the decimal code for the growth stages of cereals. Ann App. Biol. 93:221-234.

Ing. Agr. Lorena S. SCHUTT

Fitopatóloga

Ing. Agr. Ángela Norma FORMENTO

Fitopatóloga

Patología Vegetal

GRUPO FACTORES BIÓTICOS Y PROTECCIÓN VEGETAL

INTA – EEA PARANÁ

Nota: el Ensayo se enmarca dentro del **Proyecto Específico PN C y O N° 1127034 "Evaluación y desarrollo de sistemas de Manejo Integrado de las Plagas en cultivos de cereales y oleaginosas"**. Específicamente en la línea "Estrategias alternativas al uso de fungicidas tradicionales (moléculas de bajo impacto ambiental y residualidad, promotores del crecimiento, inductores de la resistencia de las plantas, fertilizantes a base de potasio (K), azufre (S) y micronutrientes, etc.).