

“Efecto de la inoculación con *Pseudomonas fluorescens* sobre el rendimiento de un cultivo de Trigo en la localidad de Las Flores.”

Tesina
del alumno
PUEYO IVAN

Este trabajo ha sido presentado como
requisito para la obtención del título de
INGENIERO AGRÓNOMO

Carrera: Ingeniería Agronómica

Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales
Universidad Nacional del NO de la Provincia de Buenos Aires

Junín, 04 de Julio de 2014

“Efecto de la inoculación con *Pseudomonas fluorescens* sobre el rendimiento de un cultivo de Trigo en la localidad de Las Flores.”

Tesina
del alumno
PUEYO IVAN

Aprobada por el Tribunal Evaluador de Tesina

Director
Ing. Agr. Gustavo Gonzalez Anta

Co-director
Lic. Ricardo Garcia

Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales
Universidad Nacional del NO de la Provincia de Buenos Aires

Junín, 04 de Julio de 2014

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi director de Tesis, Ing. Agro. Gustavo Gonzalez Anta, por haberme dado la oportunidad de hacer este trabajo de investigación, por su paciencia y dedicación. Al co-director Ricardo Garcia por brindarme su tiempo y dedicación.

A mi familia, por ser el sostén en todo momento.

Al Ing. Agro. Jose Carmody, amigo, compañero de facultad, con quien realizamos la siembra del ensayo.

Y por último, a mis amigos y compañeros de facultad, quienes fueron los que durante este tiempo siempre estuvieron predispuestos en brindarme su apoyo para poder seguir adelante.

CONTENIDOS

Introducción.....	8
Rizósfera.....	8
▪ <i>Raíces: funciones y efectos sobre el suelo.....</i>	8
▪ <i>Tipos de materiales depositados en la rizósfera.....</i>	9
▪ <i>Ambiente físico químico de la rizósfera.....</i>	11
▪ <i>Microbiología de la rizósfera.....</i>	12
▪ <i>Efecto rizoférico sobre los microorganismos.....</i>	13
▪ <i>Efectos sobre las plantas.....</i>	13
Antecedentes.....	15
Clasificación científica.....	16
Características de las Pseudomonas.....	17
<i>Características generales.....</i>	17
<i>Propiedades para la identificación.....</i>	17
Hipótesis.....	18
Objetivos.....	18
<i>Objetivo general.....</i>	18
<i>Objetivos específicos.....</i>	18
Materiales y métodos.....	18
<i>Sitio experimental.....</i>	18
<i>Tratamientos.....</i>	19
<i>Cepa de Pseudomonas fluorescens.....</i>	19
<i>Diseño experimental.....</i>	19
<i>Evaluaciones.....</i>	20

<i>Análisis de suelo</i>	20
<i>Desarrollo del experimento</i>	21
<i>Análisis estadísticos</i>	23
Resultados y discusión.....	24
Análisis adicional.....	29
Conclusión.....	31
- <i>Efecto sobre el número de macollos por metro cuadrado, sobre el número de macollos fértiles por planta, y el número de espigas por metro cuadrado</i>	31
- <i>Efecto sobre peso de mil granos</i>	31
- <i>Efecto sobre el rendimiento</i>	31
Bibliografía.....	33
Anexos.....	37
Anexo Análisis Estadístico 1.....	37
Anexo Análisis Estadístico 2.....	38
Anexo Análisis Estadístico 3.....	39
Anexo Análisis Estadístico 4.....	40
Anexo Análisis Estadístico 5.....	41
Anexo Análisis Estadístico 6.....	42

GRAFICOS

Gráfico 1. Evaluación del número de macollos por metro lineal.....	25
Gráfico 2. Evaluación de la Biomasa Aérea Seca expresada en gramos por metro lineal.....	25
Gráfico 3. Evaluación del número de macollos fértiles por planta.....	26
Gráfico 4. Evaluación del número de espigas por metro cuadrad.....	27
Gráfico 5. Evaluación de Rendimiento, expresada en Kilogramos por Hectárea.....	28
Gráfico 6. Evaluación del peso de mil granos, expresado en gramos.....	28

FIGURAS

Figura 1. Estimación generalizada del flujo de fotoasimilados de la rizósfera.....	9
Figura 2. Esquema del origen de las distintas fuentes carbonadas (rizodeposición) encontradas en la Rizósfera.....	10
Figura 3. Sembradora autopropulsada de un cuerpo de siembra.....	21

TABLAS

Tabla N°1. Comparativo del impacto de la aplicación de la tecnología de inoculación en los
tratamiento fertilizado al 100%..... 29

Tabla N°2. Comparativo del Impacto de la aplicación de la tecnología de inoculación en los
tratamientos con la mitad de dosis de fertilizantes..... 30

“Efecto de la inoculación con *Pseudomonas fluorescens* sobre el rendimiento de un cultivo de Trigo en la localidad de Las Flores.”

INTRODUCCIÓN

El uso de inoculantes microbiológicos como tratamiento de semilla es una práctica que en los últimos tiempos ha mostrado un creciente interés.

Microorganismos como *Pseudomonas sp* y *Azospirillum sp* han sido ensayados a nivel de parcelas experimentales y lotes demostrativos y además son empleados a nivel de lotes extensivos por no pocos productores.

Efectos como una más rápida implantación, mayor crecimiento de raíces, tolerancia a patógenos, fijación biológica no simbiótica de nitrógeno y solubilización de nutrientes son reportados en la bibliografía (Caballero Mellado *et al*, 1992), además de incrementos de rendimiento que suelen ubicarse entre el 5 y 10 % sobre los testigos no inoculados, como valores medios (García y Bach. 2003).

Aún cuando el panorama planteado es alentador, es necesaria mayor investigación sobre aspectos tales como la selección de especies, cepas y formulaciones que aumenten la estabilidad de los inoculantes y la supervivencia de los microorganismos introducidos.

Rizósfera

- Raíces: Funciones y efectos sobre el suelo

Las raíces son órganos heterótrofos de las plantas cuyas principales funciones son de soporte y absorción de agua y de nutrientes. Se estima que cerca del 60% del carbono foto asimilado es transportado a las raíces. Figura 1. De este, el 50% se libera como dióxido de

carbono, por la respiración y el otro 50% es utilizado para el crecimiento de las raíces o liberado al suelo, contribuyendo al aumento de materia orgánica del suelo y la nutrición de los microorganismos. (Moreira y Siqueira, 2002).

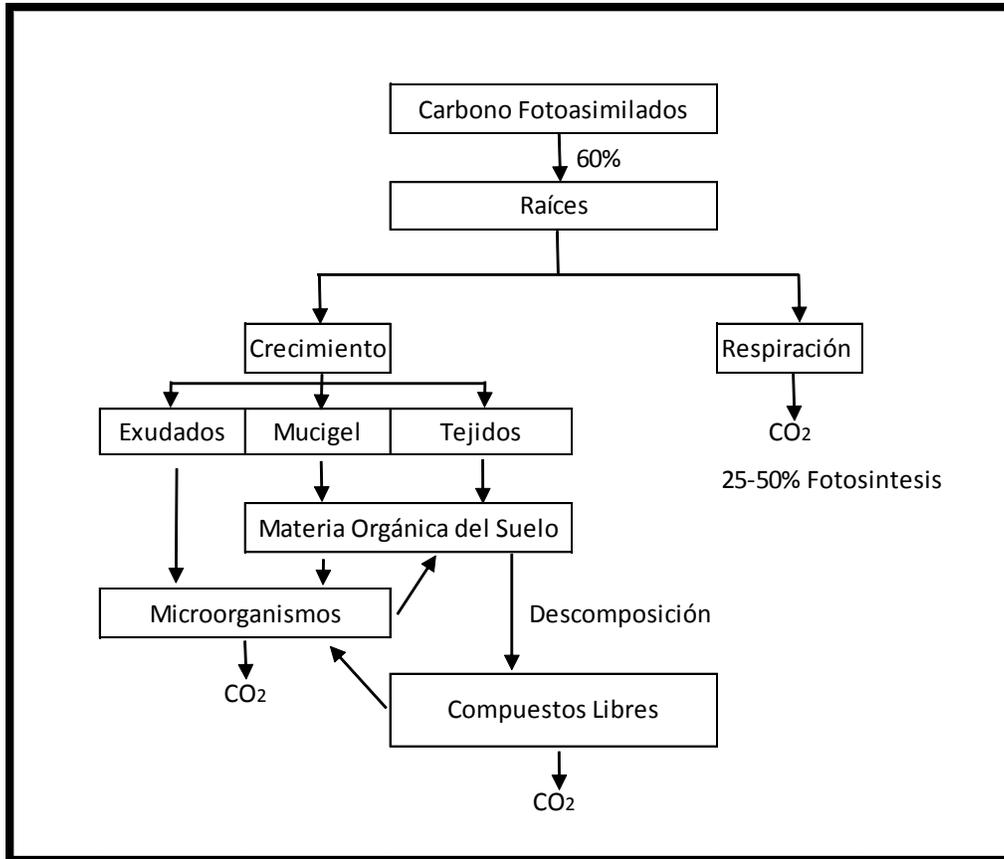


Figura 1. Estimación generalizada del flujo de fotoasimilados de la rizósfera. (Moreira y Siqueira, 2002).

- Tipos de materiales orgánicos depositados en la rizósfera.

Los compuestos orgánicos depositados en la rizósfera varían desde aquellos simples y solubles en agua, a aquellos grandes, complejos y solubles en agua. Ellos pueden ser divididos en las siguientes categorías:

- Exudados.
- Secreciones.
- Mucílagos.

- Mucigel.
- Lisados.

Exudados y Secreciones producidos por las plantas tienen una alta diversidad y son compuestos orgánicos utilizados por los microorganismos, que también pueden ser producidos por estos. Aquellos compuestos comprenden varios tipos de aminoácidos, ácidos orgánicos, carbohidratos, derivados de ácidos nucleicos, factores de crecimiento y enzimas, además de otros compuestos. (Curl y Truelove, 1986).

Mucílagos, son cadenas de polisacáridos secretados por la raíz o por los microorganismos. Pueden ser de varios tipos: Secretados por la caliptra, Secretados por la epidermis y Lisados celulares. (Madigan et al 1999);

Todos estos materiales esquematizados en la Figura 2, mezclados con arcillas y colonizados por microorganismos constituyen el Mucigel. Este tiene un rol relevante en el mantenimiento de la estructura del suelo pues su abundancia favorece la formación de los complejos entre la materia orgánica y las partículas minerales del suelo.

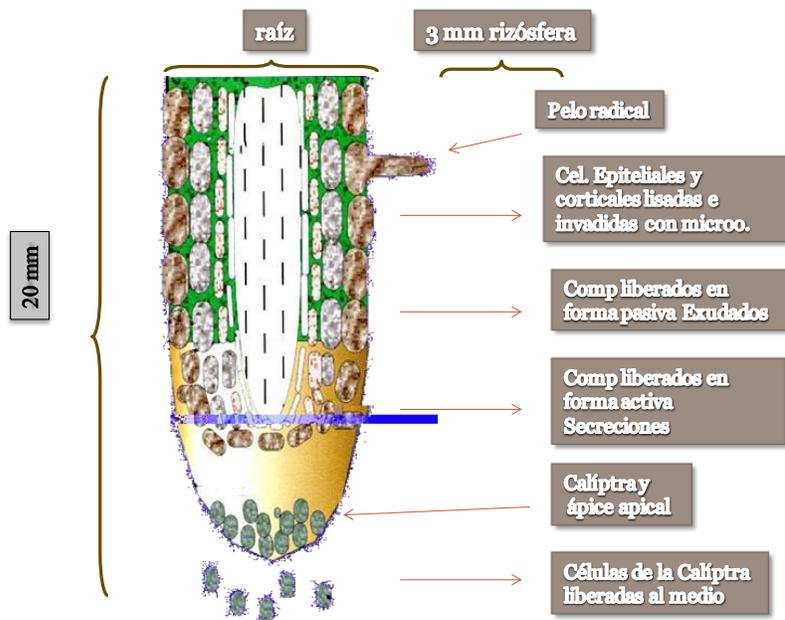


Figura 2. Esquema del origen de las distintas fuentes carbonadas (rizodeposición) encontradas en la Rizósfera. (Maddonni et al. 2003).

- Ambiente físico-químico de la Rizósfera.

Dentro de los factores físicos químicos que mas alteran el ambiente rizoférico podemos citar al pH. El pH en la rizósfera tiende a ser más ácido que en el resto del suelo debido a la producción de CO₂ y ácidos orgánicos por las raíces, así como por la captación de cationes de calcio y aniones por la planta (Nye, 1981). El pH de la rizósfera suele diferir en 1 o 2 unidades del suelo no rizoférico, afectando esta condición la vida y el metabolismo de diferentes microorganismos cómo las bacterias y algunos hongos.

Los microorganismos también se ven afectados por la respiración radicular, que incrementa las concentraciones de CO₂ en esta zona. Conforme crece la raíz, las partículas de suelo se desplazan creándose una zona entorno a las raíces donde el suelo es más denso. Este hecho afecta directamente al crecimiento bacteriano, aunque dicho efecto varía según el tipo de suelo, potencial hídrico, la relación CO₂/O₂, y otros factores. En esta zona suele existir O₂ suficiente para las funciones microbianas, a excepción de los suelos encharcados. Si las cantidades de O₂ son bajas aumentan los daños a la raíz. Del mismo modo las altas concentraciones de CO₂ constituyen un factor limitante para el crecimiento de algunos microorganismos. (Probanza Lobo, 1994).

Por otra parte la osmolaridad de la solución de suelo rizoférico es más elevada que en el suelo no rizoférico como consecuencia de la excreción y producción de solutos y exopolímeros por las raíces y también por los organismos. Así, los microorganismos rizoféricos se deben adaptar a esa condición. Especies del género *Azospirillum*, *Rizhobium* y *Pseudomonas*, responden a cambios en la osmolaridad extracelular a través de cambios en su osmolaridad citoplasmáticas o a través de producción de osmoprotectores.

- Microbiología de la rizósfera.

La cantidad de bacterias es mayor sobre el rizoplano (la superficie radical). Sin embargo, la superficie de la raíz no está cubierta por microorganismos más que en un 5-10%. A medida que aumenta la distancia de la superficie, disminuye su número, tal como se ve en el cuadro siguiente:

Distancia desde la raíz (mm)	Microorganismos (10^3 /g de suelo seco).		
	Bacterias	Actinomicetes	Hongos
0	159.000	46.700	355
0-3	49.000	15.500	176
3-6	38.000	11.400	170
9-12	37.400	11.800	130
15-18	34.170	10.100	117
>80	27.300	9.100	91

(Elliot et al., 1984)

Según algunos autores las rizobacterias predominantes son las Gram negativas y entre estas, las más abundantes son *Pseudomonas* sp. (Alstrom, 1987), en su mayoría *Pseudomonas fluorescens* (Burr y Caesar, 1984), *Enterobacter* sp. y *Flavobacterium* sp. (Brown, 1972). Por el contrario en suelos sin raíces predominan las bacterias Gram positivas como *Bacillus* (Chan et al., 1963). También se encuentran microorganismos autótrofos, como las bacterias nitrificadoras, aunque estos constituyen menos del 5% de los microorganismos del suelo. Asimismo se encuentran bacterias fijadoras de nitrógeno como *Rhizobium* y *Azospirillum*, que se pueden encontrar en la rizósfera o en la endorizosfera. Además se encuentran hongos asociados con las raíces formando micorrizas (Madigan et al 1999).

Las rizobacterias Gram negativas del género *Pseudomonas*, son de mayor tamaño que las del suelo libre, con un mayor contenido de carbohidratos de reserva. Las colonias

bacterianas de la rizósfera están separadas unas de otras por sus propios polisacáridos extracelulares, o por capas de arcillas compactadas. (Madigan et al 1999).

- Efecto rizoféricos sobre los microorganismos

Se calcula que por gramo de raíz es producido: de 10-100 mg de exudados, 100 a 250 mg de materiales solubles y 20-25 mg de mucigel, mucilago y células muertas, estos números pueden variar dependiendo de la especie vegetal y condiciones ambientales (Moreira y Siqueira, 2002).

Los organismos rizoféricos se pueden dividir en oportunistas o estrategas. Los oportunistas son pequeños, de crecimiento rápido, tienen alta capacidad competitiva y se localizan principalmente en las raíces más nuevas. Los estrategas, son menores, tiene crecimiento más lento y alta supervivencia, son especializados y sobreviven en las raíces más viejas. Ellos se pueden dividir en saprofitos, simbioses y patógenos.

El efecto rizoférico no es específico. No obstante, Bacterias Gram negativas parecen ser las favorecidas en la rizósfera, porque tienen alta tasa de crecimiento y responden inmediatamente a adiciones de aminoácidos, azúcares solubles, y resisten a gran número de antibióticos que abundan en la rizósfera.

- Efectos sobre las plantas:

Un experimento de Barber y Martin ya en el año 1976, demostró que los microorganismos también estimulan la exudación de las plantas. Ellos cultivaron plantas en un suelo estéril y otro no estéril, y observaron que una mayor concentración de dióxido de carbono fijado fotosintéticamente era liberado en la rizósfera cuando los microorganismos estaban presentes. Por otro lado, los microorganismos causan efectos morfológicos y fisiológicos

diversos sobre las plantas, tales como: a) daños en los tejidos radiculares, b) alteraciones en el metabolismo, c) utilización de ciertos componentes de exudados, d) excreción de enzimas, toxinas y antibióticos, y e) alteración en la disponibilidad, accesibilidad y asimilación de nutrientes minerales. Podemos dividir a los efectos en benéficos o detrimentales. Entre los primeros encontramos: descomposición y mineralización de materia orgánica, fijación biológica de nitrógeno N_2 , nitrificación, producción de enzimas, vitaminas, etc. Entre los segundos se encuentran: desnitrificación, reducción de sulfato, producción de compuestos inhibitorios e inmovilización de nutrientes.

Los microorganismos son también capaces de producir sustancias reguladoras del crecimiento de las plantas: son compuestos orgánicos de ocurrencia natural que influyen en procesos fisiológicos de los vegetales. Básicamente existen cinco clases de sustancias reguladoras de crecimiento: auxinas, giberelinas, citoquininas, etileno y ácido abscísico.

También los microbios pueden solubilizar distintos nutrientes: grupos de microorganismos especializados de suelo que son capaces de solubilizar minerales que contiene P, Ca, K, Mg y otros elementos que son esenciales para la vida de las plantas. Los mecanismos responsables de la solubilización están generalmente asociados a excreciones de ácidos orgánicos como consecuencia de la disminución del pH. Por eso, una misma especie microbiana puede ser capaz de solubilizar significativamente diferentes minerales que contengan esos elementos (Tabla 3) (Duff et al., 1963).

Otra de las propiedades reconocidas en los microorganismos son la absorción y translocación de nutrientes: el efecto microbiano sobre la absorción de nutrientes puede ser bastante elevado, habiéndose encontrado aumentos de hasta 200%. (Bowen y Rovira, 1966). Este efecto positivo ocurre debido a procesos microbianos como fijación biológica de nitrógeno, micorrización y solubilización de minerales que hacen disponibles nutrientes en mayores cantidades para las plantas.

Antecedentes

Dentro de las nuevas tecnologías para optimizar la implantación y la productividad de los cultivos se encuentra el uso de los productos microbiológicos también simplemente llamados inoculantes o inoculantes microbianos.

Sus efectos positivos sobre diferentes parámetros vegetativos (número de plantas, biomasa radicular, biomasa aérea) y parámetros reproductivos (número de espigas, número de granos, peso de granos) y fundamentalmente sobre el rendimiento de muchos cultivos, han hecho que su utilización tenga un crecimiento importante en los últimos años.

Cooper en 1959 hacía referencia ya, a que en Rusia, 10 millones de hectáreas de diferentes cultivos estaban siendo biofertilizadas con microorganismos que presentaban efectos benéficos sobre la mayoría de ellos y que producían un incremento de la producción promedio de alrededor del 10 %.

Kloepper y Schroth (1978) denominaron estas bacterias como PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) según su denominación en inglés y definieron como PGPR a las bacterias que:

1. Viven en la rizósfera sin establecer relaciones simbióticas con las plantas.
2. Producen sustancias promotoras del crecimiento vegetal.
3. Intervienen en la nutrición de las plantas.
4. Hacen control biológico de fitopatógenos a través de la producción de sideróforos, antibióticos, etc.

Por otro lado, este grupo de las PGPR está integrado a otro más amplio compuesto por otros microorganismos además de procariontes como son las PGPM (Plant Growth Promoting Microorganism).

Estos efectos benéficos de la inoculación con PGPM han sido descritos por numerosos autores como Edi-Premono *et at*, 1996, quienes encontraron una relación positiva entre el crecimiento del maíz, el peso de tallos y la solubilización y absorción de fósforo del suelo.

También la producción de fitohormonas por parte de *Pseudomonas fluorescens* y *Rhizobium leguminosarum* en el cultivo del trigo, incrementó el número de macollos fértiles, número de espigas, materia seca y rendimiento de grano. (Amara *et at*, 1995)

Además, se ha informado que la inoculación con microorganismos PGPM tiene efectos incrementales sobre la producción de fitohormonas, enzimas y sustancias biocontroladoras, permitiendo esto a su vez un efecto positivo sobre el rendimiento (Correa, 2008).

Similarmente, Vorobeikov *et at*, 1996, informaron que la utilización de inoculantes biológicos formulados con: *Agrobacterium radiobacter*, *Enterobacter aerogenes*, *Flavobacterium sp.*, *Pseudomonas fluorescens* y *Serratia sp.* incrementaron la actividad nitrogenasa en la rizósfera.

Como antecedente adicional se demostró que algunos aislamientos de *Pseudomonas fluorescentes*, obtenidos en las regiones del Comahue y del cinturón hortícola de Mar del Plata, utilizadas como biocontroladores en tomate ejercieron un control de *Rhizoctonia solani* similar al tratamiento con pentacloronitrobenceno (INTA Balcarce, 2002).

Clasificación Científica: Manual de Bergey (año 1994).

<u>Reino:</u>	<u>Bacteria</u>
<u>Filo:</u>	<u>Proteobacteria</u>
<u>Clase:</u>	<u>Gammaproteobacteria</u>
<u>Orden:</u>	<u>Pseudomonadales</u>
<u>Familia:</u>	<u>Pseudomonadaceae</u>
<u>Género:</u>	<u><i>Pseudomonas</i></u>
<u>Especie:</u>	<u><i>P. fluorescens</i></u>

Fuente: <http://www.tgw1916.net/Pseudomonas/fluorescens.html>

Características de las Pseudomonas:

Características generales:

Las bacterias del género *Pseudomonas* se caracterizan por ser bacilos rectos o curvados pero no vibrioides; de un tamaño de entre 0,5-1,0 µm por 1,5-4,0 µm; sin esporas; Gram negativas; flagelos polares, normalmente aislados; no envainadas apendiculadas o con yemas; metabolismo respiratorio, nunca fermentativo, aunque pueden producir ligeras cantidades de ácido a partir de la glucosa en aerobiosis; utilizan compuestos orgánicos de bajo peso molecular pero no polímeros; algunos son quimiolitotrofos, utilizando H₂ o CO como único donador de electrones; algunos pueden utilizar nitrato como aceptor de electrones en anaerobiosis (Medigan *et al*, 2003).

Los integrantes de este género son saprófitos, ya que todo lo que ingieren pasa a través de la pared a su citoplasma. Se puede encontrar en suelo y agua. La temperatura óptima para su crecimiento es de 25°C a 30°C, aunque puede crecer desde los 5°C hasta los 42°C aproximadamente. No crece bajo condiciones ácidas (pH ≤ 4.5) y necesita preferentemente pH neutro para su crecimiento y desarrollo.

Propiedades para la identificación:

Gran negativas, bacilos rectos o ligeramente curvados, sin esporas, siempre móviles por flagelos polares; metabolismo oxidativo; en medio para oxidación-fermentación con glucosa, el tubo sin vaselina produce ácido (amarillo) y el tubo con vaselina no produce ácido (color neutro). (Medigan *et al*, 2003).

HIPOTESIS

La utilización de inoculantes bacterianos formulados con *Pseudomonas fluorescens* produce efectos incrementales sobre la productividad del cultivo de trigo.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Evaluar la respuesta a la inoculación con *Pseudomonas fluorescens* en el cultivo de Trigo en la localidad de Las Flores bajo diferentes situaciones de fertilización.

Objetivos específicos:

Evaluar el efecto sobre diferentes parámetros vegetativos (macollaje y biomasa aérea) de la inoculación con *Pseudomonas fluorescens* en un cultivo de trigo en la localidad de Las Flores.

Evaluar el efecto sobre el rendimiento en grano (componentes del rendimiento) de un cultivo de trigo, de un inoculante con una formulación de *Pseudomonas fluorescens* en la localidad de Las Flores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio experimental:

Se realizó un experimento en la localidad de Las Flores cuya serie de suelo denominada Lab 3, perteneciente a la carta de suelo PARAJE SOL DE MAYO, hoja 3560 – 35 – 2. Hapludol Tápico Nátrico, Franca fina, mixta, térmica.

SERIE LA ALBINA (Lab)

Es un suelo pardo, profundo, de aptitud agrícola, se encuentra en un paisaje de planicies suavemente onduladas de la Sub Región Pampa Arenosa, en posición de bajos, algo pobremente drenado, poli-genético formado por una acumulación de material arenoso, que sepulta un Bt nátrico, de un sedimento más antiguo, de textura franco arcillo arenoso, alcalino a partir de los 40 cm. de profundidad, débilmente salino desde los 60 cm, con pendientes de 0-0,5%.

Tratamientos:

Los tratamientos realizados son los que se detallan a continuación:

1. Testigo sin inocular.
2. *Pseudomonas fluorescens* (Dosis de 10 cc/Kg semilla).
3. Fertilizado I: 100 Kg/Ha de Fosfato Monoamónico MAP (11-52-0).
4. Fertilizado II: 50 Kg/Ha de Fosfato Monoamónico MAP (11-52-0).
5. *Pseudomonas fluorescens* (Dosis de 10cc/kg de semillas) + Fertilizado I.
6. *Pseudomonas fluorescens* (Dosis de 10cc/kg de semillas) + Fertilizado II.

Cepa de *Pseudomonas fluorescens*:

La cepa de *Pseudomonas fluorescens* empleada fue *Pseudomonas fluorescens* SP 60, concentración bacteriana 10^9 a 10^8 ufc/ml. Cepa identificada por INTA Castelar.

Diseño experimental:

El diseño estadístico elegido para el análisis de los datos fue de bloques completos aleatorizados, con seis (6) tratamientos y cuatro (4) repeticiones.

Cada unidad experimental estuvo compuesta por 4 surcos distanciados a 21 cm entre surcos, de 5 metros de largo; siendo el tamaño de cada unidad experimental (UE) de 4.2 m².

Evaluaciones:

Las evaluaciones realizadas fueron las que se detallan a continuación:

A) Macollaje:

Número de macollos: Número/m²

Biomasa aérea: gr/m².

B) Espigazón:

Macollos fértiles/planta: Número/planta.

C) Rendimiento:

Se evalúan los siguientes componentes del rendimiento: espigas/m², rendimiento (kg/ha), peso de mil granos (gr).

Para realizar las evaluaciones correspondientes, las muestras se obtuvieron de los surcos centrales (surco 2 y 3) de cada una de las parcelas bajo experimentación.

En la cosecha se eliminaron las borduras y cabeceras y se cosecho la parte central de las parcelas para posteriormente proceder a la trilla de las plantas de trigo.

Análisis de suelo

Denom. de origen	Prof. (cm)	pH (1:2.5) en agua	Fósforo (Bray & Kurtz I) (ppm)	Mat. Orgánica (Walkley & Black) (%)	Nitrógeno de Nitratos (Reflectometría)*	
					(kg N/ha)	(ppm NO ₃)
Lote 4 (Las Flores)	0-20	7.92 Moderada-mente alcalino	6.99 Bajo	2.84 Bajo a moderado	23.38	39.82 Bajo

Laboratorio de Análisis de Suelos. Facultad de Agronomía. U.N.C.P.B.A. Av. República de Italia 780. (7300) Azul. P.B.A.

Desarrollo del experimento:

El día 1 de junio se realizó un control de malezas con la siguiente mezcla de herbicidas: Roundup Ultramax 1,5Kg/ha, Metsulfuron 5 g/ha y 2,4-D 300 cc/ha, iniciándose de esta manera un barbecho químico.

La siembra se efectuó el día 30 de Junio en directa con Sembradora para Microparcelas Autopropulsada y de manejo manual, propulsada y traccionada por motor a explosión de 6.5 HP y con un dosificador mecánico con sistema a placa. La máquina empleada también posee regulación de profundidad y abre surcos y posee un juego de ruedas angulares tapadoras y está formada por un solo cuerpo de siembra. (Figura 3).



Figura N°3. Sembradora autopropulsada.

La variedad de trigo empleada para la siembra del ensayo fue Baguette 9 con un poder germinativo (PG) mayor a 96%. La misma fue curada de manera convencional con un equipo del productor (chimango) con un fungicida curasemilla de marca comercial Dividend (Difeconazole al 3%) a razón de 250 ml cada 100 kilogramos de semillas.

El tratamiento de la semilla con los inoculantes a base de *Pseudomonas fluorescens* se realizó en bolsas plásticas a razón de dos kilogramos por tratamiento. En todos los casos se mantuvieron condiciones de no exposición a la luz ultravioleta para preservar la supervivencia bacteriana y no afectar la concentración de inóculo por semilla tratada.

Inmediatamente después de tratada la semilla en forma secuencial (tratamiento secuencial seco: primero se aplicó el curasemilla y posteriormente el inoculante microbiano) se procedió a la siembra del ensayo con una densidad de siembra de 120 kg de semillas/Ha; siendo la distancia entre hileras de 21 cm y la profundidad de siembra de entre 2,5 a 3,5 cm.

Los tratamientos fertilizados fueron efectuados realizando en primer lugar el cálculo de la superficie de cada parcela, a los efectos de ajustar la dosificación por hectárea, a la dosificación en la superficie a experimentar. Se aplicó el fertilizante al voleo y manualmente.

En inicio de macollaje (Z21-Z23) se efectuaron las determinaciones de número de macollos por metro cuadrado realizándose una determinación de un metro lineal en una de las dos líneas centrales de cada una de las repeticiones y se tomaron muestras de ese mismo metro lineal para la evaluación de la biomasa aérea en este mismo estado fenológico del cultivo.

Las muestras extraídas fueron secadas a temperatura 60°C hasta constancia de peso.

En el estado de espigazón se efectuó el recuento de espigas por metro cuadrado de alguna de las dos líneas centrales de las parcelas sembradas no efectuando extracciones de material vegetal de las parcelas bajo experimentación.

El cultivo evolucionó normalmente en cuanto a su estado fitosanitario hasta que en el mes de octubre se detectó una leve sintomatología de Mancha Amarilla y presencia de pulgones; en este momento se procedió a la aplicación de un fungicida (Amistar Extra: 500 cc/ha - azoxistrobin + cyproconazole) y un insecticida (Clorpirifos: 400 cc/Ha mas Aceite Nimbus: 500 cc/ha) lográndose un adecuado control de ambas problemáticas.

Finalmente el 22 de Diciembre se efectuó la cosecha de todas las parcelas en forma manual, eliminando las borduras y cabeceras, recolectando el material de los surcos centrales de cada unidad experimental. Posteriormente fue trillado en una cosechadora estacionaria y los resultados expresados en kilogramos por hectárea (Kg/Ha).

Análisis estadístico

El análisis estadístico empleado para el procesamiento de los resultados fue el análisis de la varianza (ANOVA) y las medias de los tratamientos comparadas por el TEST de LSD Fisher. El programa usado fue infostat versión 2008.

RESULTADOS y DISCUSION

El ensayo se implantó bajo condiciones de temperatura y humedad normales para la zona donde se llevó adelante el experimento.

La implantación del cultivo fue uniforme y evoluciono durante los primeros estadios fenológicos de manera homogénea no detectándose visualmente diferencias entre los diferentes tratamientos ensayados.

Al momento del comienzo del Macollaje (estado fenológico Z21-Z22) se efectuaron las primeras dos determinaciones vegetativas.

En cuanto a la evaluación de número de macollos por metro lineal de los diferentes tratamientos ensayados podemos indicar que no se registraron diferencias estadísticamente significativas entre los mismos aunque se vio una tendencia positiva a que los tratamientos fertilizados e inoculados con *Pseudomonas fluorescens* obtuvieron mayor número de macollos por metro lineal respecto de los testigos sin inocular y los fertilizados o inoculado solamente. Los tratamientos 5 y 6 obtuvieron respecto del testigo sin inocular ni fertilizar un incremento en el número de macollos de 14% y 10% respectivamente. Grafico N°1. Anexo Análisis Estadístico 1.

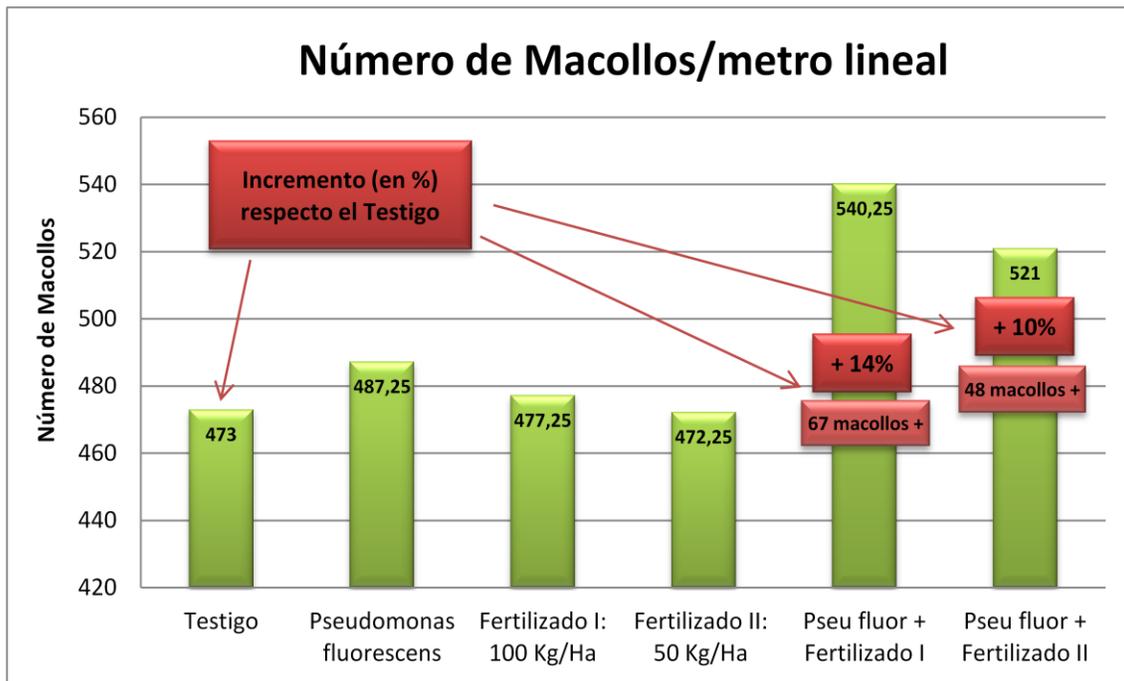


Gráfico 1. Evaluación del número de macollos por metro lineal.

Por otra parte la evaluación de biomasa aérea seca difirió estadísticamente en todos los tratamientos inoculados y fertilizados respecto del testigo sin inocular ni fertilizar. En el caso de los tratamientos fertilizados e inoculados número 5 y 6 el incremento logrado fue del 36% y 29% respectivamente. Gráfico N° 2. Anexo Análisis Estadístico 2.

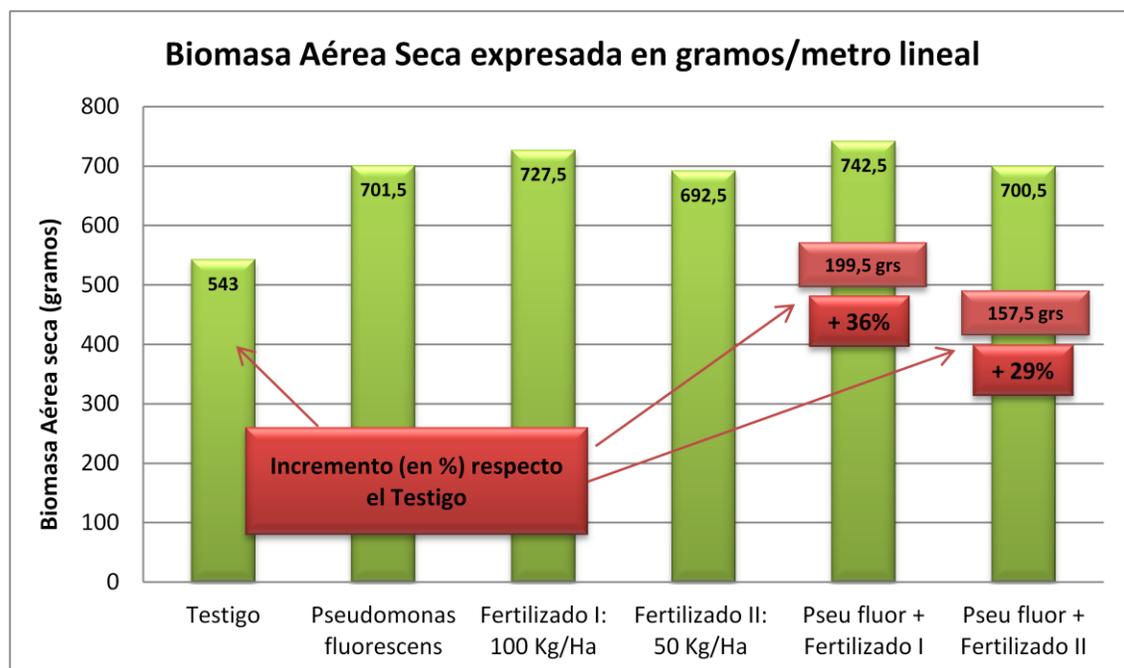


Gráfico 2. Evaluación de la Biomasa Aérea Seca expresada en gramos por metro lineal.

Posteriormente a las evaluaciones del periodo vegetativo se efectuaron dos evaluaciones durante el periodo reproductivo del cultivo de trigo. La primera fue la determinación del número de macollos fértiles por planta no registrándose diferencias estadísticamente significativas entre ninguno de los tratamientos evaluados. Sin embargo se observó una tendencia positiva a favor de los tratamientos 5 y 6 que presentaron un número de espigas superior al testigo sin inocular ni fertilizar con una alta variabilidad entre las repeticiones evaluadas. En el caso particular de los tratamientos 5 y 6 este incremento fue del 42,80%

Gráfico N° 3. Anexo Análisis Estadístico 3.

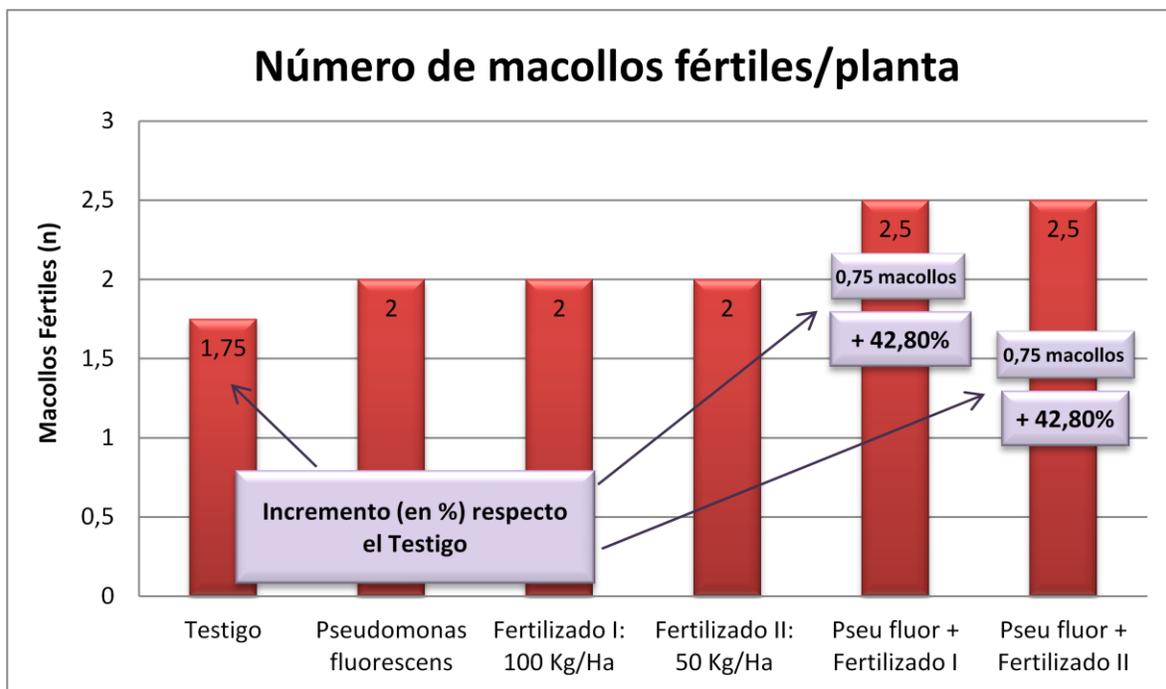


Gráfico 3. Evaluación del número de macollos fértiles por planta.

En cuanto al segundo parámetro reproductivo considerado, número de espigas por metro cuadrado, se registraron diferencias estadísticamente significativas en el tratamiento inoculado y fertilizado respecto al tratamiento inoculado. Por otro lado y como en otros parámetros ya mencionados y evaluados se manifestó una tendencia clara y positiva a favor de los tratamientos inoculados y fertilizados respecto del testigo sin inocular ni fertilizar. En el

caso particular de los tratamientos 5 y 6 este incremento fue del 23,50% y 9,80% respectivamente. Gráfico N° 4. Anexo Análisis Estadístico 4.

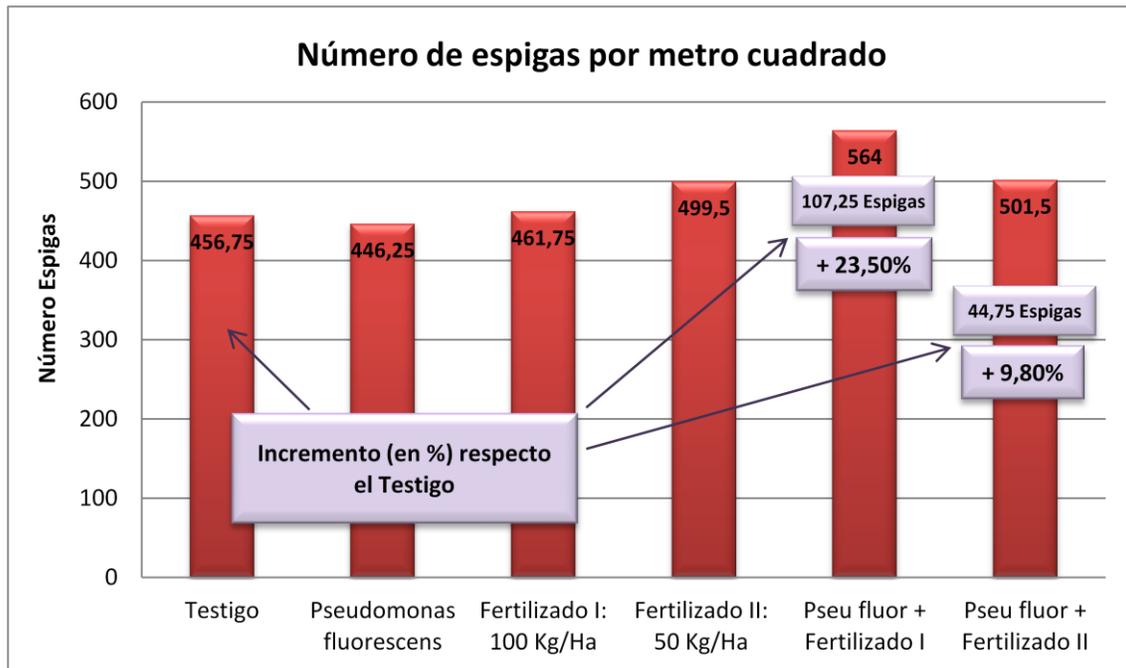


Gráfico 4. Evaluación del número de espigas por metro cuadrado por metro lineal.

Finalmente se evaluó el rendimiento y peso de mil granos. En cuanto al rendimiento en grano: todos los tratamientos difirieron estadísticamente del testigo sin inocular; siendo en el caso del tratamiento inoculado sin fertilización de +454,75 Kg/ha o +13,7%; mientras que en los tratamientos inoculados y fertilizados el incremento fue de +1091,25 Kg/ha o +32,8% y +1059,75 Kg/ha o +31,9% en el Fertilizado I + Pseudomonas fluorescens y Fertilizado II + Pseudomonas fluorescens respectivamente respecto del tratamiento testigo sin inocular ni fertilizar. Gráfico N° 5. Anexo Análisis Estadístico 5.

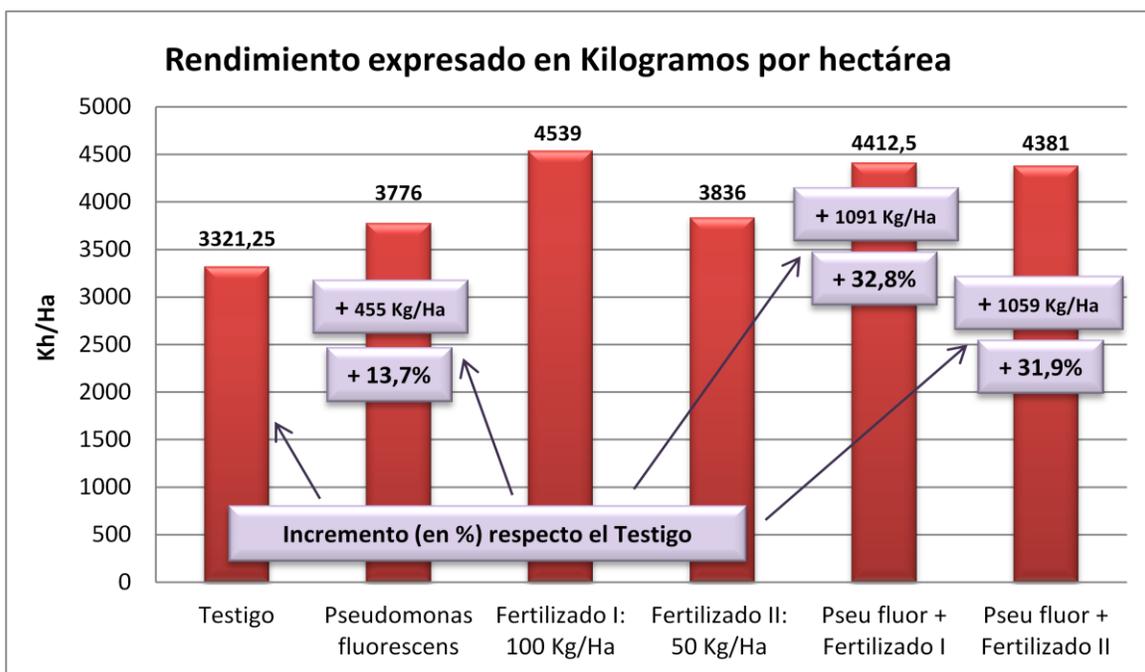


Grafico 5. Evaluación de Rendimiento, expresada en Kilogramos por Hectárea.

En el caso del Peso de 1000 semillas todos los tratamientos difirieron estadísticamente del testigo sin inocular ni fertilizar y no se registraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos inoculados e inoculados y fertilizados. Gráfico N° 6. Anexo Análisis Estadístico 6.

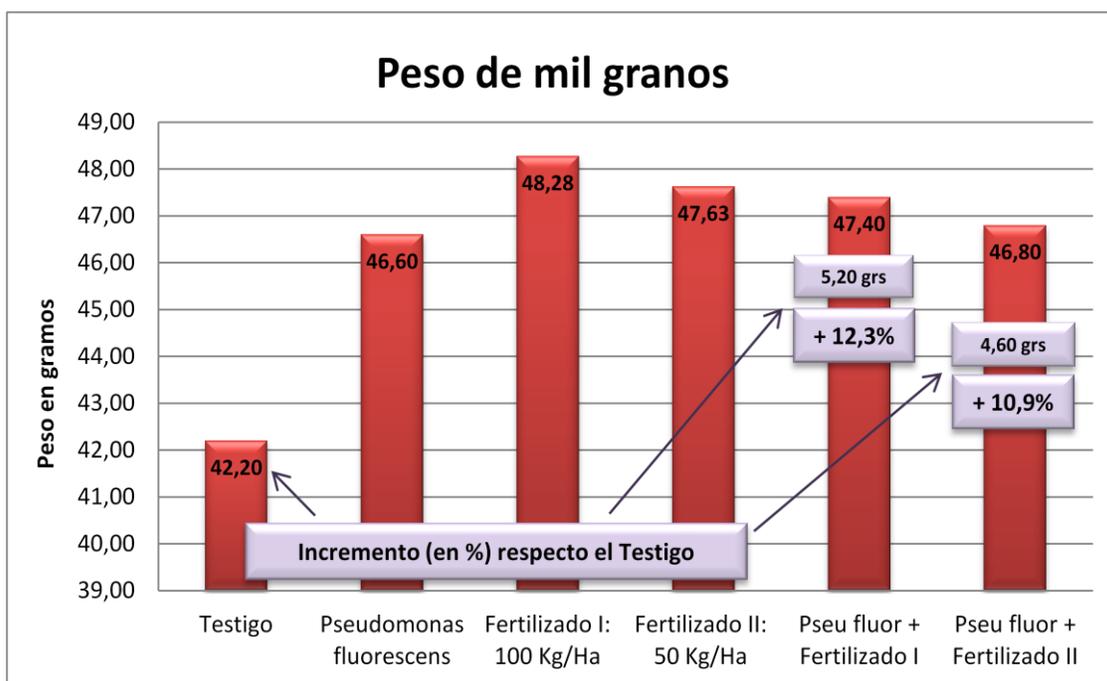


Grafico 6. Evaluación del peso de mil granos, expresado en gramos.

Análisis adicional

Resulta de este trabajo, realizar un posterior análisis respecto al impacto de la tecnología de Inoculación en cada parámetro evaluado.

En primer lugar, observando la Tabla N°1 y comparando los tratamientos Fertilizado I: 100 Kg/Ha y Pseudomonas fluorescens + Fertilizado I, se puede observar un incremento favorable del tratamiento inoculado en Biomasa Aérea Seca, Número de macollos/metro cuadrado, Número de macollos fértiles/planta y Número de espigas del orden de 2%, 13,2%, 25% y 22% respectivamente.

Tratamiento	Bloque	Biomasa Aérea Seca (g/m ²)Z21-23	N° Macollos/m ²	N° Macollos Fértiles/planta Z50-53	N° Espigas/m ²	Kg/ha	Peso de 1000 granos
Fertilizado I: 100 Kg/Ha	1	693	497	2	488	4318	50,70
Fertilizado I: 100 Kg/Ha	2	798	507	3	469	4720	45,00
Fertilizado I: 100 Kg/Ha	3	687	493	2	490	4850	47,60
Fertilizado I: 100 Kg/Ha	4	732	412	1	400	4268	49,80
Promedio Fertilizado I		727,5	477,25	2	461,75	4539	48,275
Pseu fluor + Fertilizado I	1	687	637	2	652	4737	42,80
Pseu fluor + Fertilizado I	2	801	612	3	733	4327	48,40
Pseu fluor + Fertilizado I	3	703	493	1	455	3923	50,70
Pseu fluor + Fertilizado I	4	779	419	4	416	4663	47,70
Promedio Pseu fluor + Fertilizado I		742,5	540,25	2,5	564	4412,5	47,4

Tabla N°1. Comparativo del impacto de la aplicación de la tecnología de inoculación en los tratamiento fertilizado al 100%

Por otro lado, analizando los datos de la Tabla N°2, y comparando el tratamiento Fertilizado II: 50 kg/Ha y el tratamiento Pseudomonas fluorescens + Fertilizado II, se puede observar nuevamente un incremento favorable en la mayoría de los parámetros evaluados del tratamiento con tecnología de inoculación. Parámetro Biomasa Aérea Seca incremento del

1,15%, Número de macollos/metro cuadrado incremento del 10,3%, Número de macollos fértiles/planta incremento del 25%, y Rendimiento expresado en Kg/ha incremento del 14,19%.

Tratamiento	Bloque	Biomasa Aérea Seca (g/m ²)Z21-23	N° Macollos/m ²	N° Macollos Fértiles/planta Z50-53	N° Espigas/m ²	Kg/ha	Peso de 1000 granos
Fertilizado II: 50 Kg/Ha	1	710	539	3	593	3918	48,30
Fertilizado II: 50 Kg/Ha	2	732	521	2	520	4096	50,00
Fertilizado II: 50 Kg/Ha	3	630	473	1	433	3581	44,30
Fertilizado II: 50 Kg/Ha	4	698	356	2	452	3749	47,90
Promedio Fertilizado II		692,5	472,25	2	499,5	3836	47,625
Pseu fluor + Fertilizado II	1	692	584	3	512	4115	45,70
Pseu fluor + Fertilizado II	2	682	473	2	470	4820	47,40
Pseu fluor + Fertilizado II	3	706	523	3	533	4349	46,80
Pseu fluor + Fertilizado II	4	722	504	2	491	4238	47,30
Promedio Pseu fluor + Fertilizado II		700,5	521	2,5	501,5	4380,5	46,8

Tabla N°2. Comparativo del Impacto de la aplicación de la tecnología de inoculación en los tratamientos con la mitad de dosis de fertilizantes.

De este análisis adicional, se debe tener en cuenta que el impacto que tienen las interacciones entre los cultivos y la microflora, tanto edáfica como asociada a las plantas, sobre la dinámica de los nutrientes puede ser considerable. En este sentido, el incremento de biomasa vegetal debido a la inoculación con microorganismos promotores de crecimiento vegetal puede afectar los procesos de mineralización de nutrientes, solubilización de fosfatos, FBN y otros procesos biológicos asociados a la dinámica de los nutrientes en el sistema productivo.

Por ello, se requiere un conocimiento detallado de las interrelaciones que se presentan entre microorganismos agregados al sistema (inoculantes) y los nativos presentes en el suelo y asociados a las plantas.

CONCLUSIONES

En años recientes se ha optado por la búsqueda de Biofertilizantes de alta calidad, cuya producción y uso sean ecológicamente amigables con el ambiente. Paralelamente varios investigadores se inclinaron por nuevas tecnologías para optimizar la implantación de los cultivos, en este sentido se encuentra el uso de los productos biológicos.

Efecto sobre el número de macollos por metro cuadrado, Número de macollos fértiles por planta y Número de Espigas por metro cuadrado:

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos con y sin inoculantes. Toresani (2007) tampoco encontró un incremento del número de macollos en ensayos similares.

Efecto sobre el peso de mil granos:

Se encontraron diferencias significativas de los 5 tratamientos respecto al Tratamiento testigo. (Test de LSD Fisher, $p < 0.10$. Grafico 6).

Efecto sobre el rendimiento (Kg/Ha)

La respuesta a la inoculación (Tratamiento N°2) fue de un 13,70% de aumento de rinde respecto al Testigo sin inocular ni fertilizar. El incremento expresado en Kilogramos por hectárea fue de 455 kg/ha.

Por otro lado se determinó un efecto aditivo de la fertilización y la inoculación; ya que cuando el tratamiento inoculado fue fertilizado tanto con 50 como 100 Kg/ha los incrementos registrados fueron de +1091 Kg/ha o + 32,8% y +1059 Kg/ha o + 31,9% en el Fertilizado I y II

respectivamente respecto del tratamiento inoculado sin fertilización. Esto pareciera indicar que el uso de inoculantes biológicos permitiría aumentar la eficiencia de uso de los fertilizantes. Consecuentemente es necesario continuar con este tipo de análisis.

También se pudo observar que la inoculación con *Pseudomonas* produjo incrementos en el rendimiento similares a la del tratamiento de fertilización de 50 kg/ha sin *Pseudomonas*.

La hipótesis -existe respuesta positiva a la inoculación- es aceptada, ya que según nivel de fertilización se obtuvieron diferencias de rendimiento en el rango de 455 a 1091 kg/ha.

Estos resultados demuestran que el tratamiento de inoculación de semillas de trigo con *Pseudomonas fluorescens* es una alternativa agronómica seria y factible para mejorar la eficiencia de aprovechamiento de recursos que hacen al logro de cultivos de alta producción en ambientes representativos de la región pampeana.

Es necesario continuar con estos tipos de ensayos, ya que los productos comerciales se van mejorando campaña tras campaña.

BIBLIOGRAFÍA

Alström, S. 1987. Influence of root-zone inhabiting bacteria on growth of plants and soil-borne fungal pathogens. Tesis Doctoral. Swedish University of Agricultural Sciences. Upsala.

Amara-MA; Nasr-SA; Rabie-KAE. 1995. Phytohormonal interactions between *Pseudomonas fluorescens*, *Rhizobium leguminosarum* and *Triticum aestivum*. *Annals-of-Agricultural-Science-Cairo*. 1995, 40: 1, 81-97.

Barber, D.A.; Martin, J.K. The release of organic substances by cereal roots into soil. *New Phytologist*, Cambridge, v.76, p.69-80, 1976.

Bowen, G.D.; Rovira, A.D. Microbial factor in short-term phosphate uptake studies with plant roots. *Nature*, London, v.211, n.5049, p.665-666, Aug 1966.

Brown, M. E. 1972. Plant growth substances produced by microorganisms of soil and rhizosphere. *J. Appl. Bact.*, 35, 443—451.

Burr, T.J. y Caesar, A. 1984. Beneficial plant bacteria. *Critical Rev. Plant. Sci.*, 2, 1—20.

Caballero-Mellado, J.; Carcano-Montiel, M. G.; Mascarua-Esparza, M. A (1992). Field inoculation of wheat (*Triticum aestivum*) with *Azospirillum brasilense* under temperate climate. *Symbiosis*, 13: 243-253.

Chan, E.C.S., Katznelson, E. y Rouatt, S.W. 1963. The influence of soil and root extraction on the associative growth of selected soil bacteria. *Can. J. Microbiol.*, 9, 187—197.

Cooper, R. bacterial fertilizers in Soviet Union. *Soil Fertilizers*, farnhan Royal, v.22. p.327-333, 1959.

Correa, Marcela Franco. Granada, 2008. Tesis Doctoral. Evaluación de caracteres PGPR en *Astinomicetos* e Intereaciones de estas Rizobacterias con Hongos Formadores de Micorrizas. Pag 47-56.

Curl, E.A.; Truelove, B. (Ed). *The Rhizosphere*. New York: Springer-Verlag, 1986. 288p.

Duff, R.B.; Webley, D.M.; Scott, R.O. Solubilization of minerals and related materials by 2-ketogluconic acid-producing bacteria. *Soil Sciences*, Baltimore, v.95, p.105-114, 1963.

Edi-Premono-M; Moawad-AM; Vlek-PLG. 1996. Effect of phosphate-solubilizing *Pseudomonas putida* on the growth of maize and its survival in the rhizosphere. *Indonesian-Journal-of-Crop-Science*. 1996, 11: 1, 13-23.

Elliot, L. F, C.M. Gilmour, J.M. Lynch, D. Titterton: Bacterial colonization of plant roots” in “Microbial -Plant interactions” ASA Special Pub N° 47 *Soil Sci Amer American Soc Agron - Crop Sci Soc Amer*, Madison pp 1-16, 1984

García, Roberto EEA INTA Pergamino, Teresa Bach, Instituto de Suelos, Ministerio de Agricultura de Cuba. Efecto de la inoculación con pseudomonas sobre el rendimiento de trigo. Abril 2003.

INTA Balcarce. 2002. anterior.inta.gov.ar/crbsass/avances/hortalizas.htm.

Kloepper, J.W.; Schroth, M.N. Plant growth promoting rhizobacteria and plant growth under gnotobiotic conditions. *Phytopathology*, v.16, p.170-183, 1982.

Maddonni, G.A., Vilariño, P., Garcia de Salamone, I.E. 2003. Dinamica de los nutrientes en el sistema suelo-planta En Produccion de Granos, Bases funcionales para su manejo. (441-477). Eds. Satorre, E., BenechAmol,R., Slafer, GA., de la Fuente, E B , Miralles, D J, Otegui, m E y Savin R Editorial Facultad de Agronomia, Universidad de Buenos Aires.

Medigan, Michael T; Martinko, John M; Parker, Jack. 2003. Brock. Biología de los Microorganismos. 10ª Edición. Capítulo 12. La Diversidad Procariotica: Bacteria. Pag 368-371.

Madigan, Michael. T.; Martinko Jhon. M.; Parker Jack. Biologia de los Microorganismos. Brock 8º Edición. Editorial: PRENTICE HALL. Año: 1999. Cap 14.

Moreira, Fátima Maria de Souza; Siqueira, José O. Microbiologia e bioquímica do solo. 2002. Editorial UFLA. Cap 8. Pag 361-398.-

NYE. P.H. 1981. Changes in pH across the rhizosphere induced by roots. *Plant and Soil*, 61, 7-26.

Probanza Lobo, Agustin. Madrid 1994. Trabajo de grado en ciencias biológicas. Interacciones de *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. Con su rizósfera bajo distintas condiciones. Universidad complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Biológicas. Cap 1. Pag 19-20.

Vorobeikov-GA; Khmelevskaya-IA; Pavlova-TK; Khotyanovich-AV. 1996. Mineral nutrition and productivity of fibre flax after seed treatment with bacterial preparations. *Agrokhimiya*. 1996 No. 8-9, 28-34.

Anexos

Anexo Análisis Estadístico 1.

Evaluación estadística del Número de macollos por metro cuadrado por metro lineal.

Datos:

Variable	Bloque	Tratamientos					
		Testigo	Pseudomonas fluorescens	Fertilizado I: 100 Kg/Ha	Fertilizado II: 50 Kg/Ha	Pseu fluor + Fertilizado I	Pseu fluor + Fertilizado II
Número Macollos/metro lineal	1	396	448	497	539	637	584
	2	456	426	507	521	612	473
	3	543	418	493	473	493	523
	4	497	657	412	356	419	504
	Promedio	473	487,25	477,25	472,25	540,25	521

Análisis estadístico:

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Macollos/m ²	24	0,13	0,00	16,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	16400,33	5	3280,07	0,51	0,7618
Tratamiento	16400,33	5	3280,07	0,51	0,7618
Error	114733,00	18	6374,06		
Total	131133,33	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=97,89439

Error: 6374,0556 gl: 18

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Pseu fluor + Fertilizado I	540,25	4	39,92 A
Pseu fluor + Fertilizado II	521,00	4	39,92 A
Pseudomonas fluorescens	487,25	4	39,92 A
Fertilizado I: 100 Kg/Ha	477,25	4	39,92 A
Testigo	473,00	4	39,92 A
Fertilizado II: 50 Kg/Ha	472,25	4	39,92 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

Anexo Análisis Estadístico 2.

Evaluación estadística de biomasa aérea seca expresada en gramos por metro lineal.

Datos:

Variable	Bloque	Tratamientos					
		Testigo	Pseudomonas fluorescens	Fertilizado I: 100 Kg/Ha	Fertilizado II: 50 Kg/Ha	Pseu fluor + Fertilizado I	Pseu fluor + Fertilizado II
Biomasa Aérea (g/m ²)Z21-23	1	588	633	693	710	687	692
	2	569	780	798	732	801	682
	3	512	640	687	630	703	706
	4	503	753	732	698	779	722
	Promedio	543	701,5	727,5	692,5	742,5	700,5

Análisis estadístico:

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Biomasa Aérea (g/m ²)Z21-23	24	0,69	0,60	7,42

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	103376,83	5	20675,37	8,01	0,0004
Tratamiento	103376,83	5	20675,37	8,01	0,0004
Error	46477,00	18	2582,06		
Total	149853,83	23			

Test: LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=62,30640

Error: 2582,0556 gl: 18

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Pseu fluor + Fertilizado I	742,50	4	25,41 A
Fertilizado I: 100 Kg/Ha	727,50	4	25,41 A
Pseudomonas fluorescens	701,50	4	25,41 A
Pseu fluor + Fertilizado II	700,50	4	25,41 A
Fertilizado II: 50 Kg/Ha	692,50	4	25,41 A
Testigo	543,00	4	25,41 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

Anexo Análisis Estadístico 3.

Evaluación estadística del número de macollos fértiles por planta.

Datos:

Variable	Bloque	Tratamientos					
		Testigo	Pseudomonas fluorescens	Fertilizado I: 100 Kg/Ha	Fertilizado II: 50 Kg/Ha	Pseu fluor + Fertilizado I	Pseu fluor + Fertilizado II
Número Macollos Fértiles/planta Z50-53	1	1	1	2	3	2	3
	2	2	3	3	2	3	2
	3	1	3	2	1	1	3
	4	3	1	1	2	4	2
	Promedio	1,75	2	2	2	2,5	2,5

Análisis estadístico:

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Macollos Fértiles/planta Z50-53	24	0,10	0,00	45,40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,88	5	0,38	0,40	0,8404
Tratamiento	1,88	5	0,38	0,40	0,8404
Error	16,75	18	0,93		
Total	18,63	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1,18283

Error: 0,9306 gl: 18

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Pseu fluor + Fertilizado I	2,50	4	0,48 A
Pseu fluor + Fertilizado II	2,50	4	0,48 A
Pseudomonas fluorescens	2,00	4	0,48 A
Fertilizado I: 100 Kg/Ha	2,00	4	0,48 A
Fertilizado II: 50 Kg/Ha	2,00	4	0,48 A
Testigo	1,75	4	0,48 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

Anexo Análisis Estadístico 4.

Evaluación estadística del número de espigas por metro cuadrado

Datos:

Variable	Bloque	Tratamientos					
		Testigo	Pseudomonas fluorescens	Fertilizado I: 100 Kg/Ha	Fertilizado II: 50 Kg/Ha	Pseu fluor + Fertilizado I	Pseu fluor + Fertilizado II
Número de Espigas/m ²	1	387	342	488	593	652	512
	2	406	409	469	520	733	470
	3	511	401	490	433	455	533
	4	523	633	400	452	416	491
	Promedio	456,75	446,25	461,75	499,5	564	501,5

Análisis estadístico:

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Espigas/m ²	24	0,19	0,00	19,15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	37994,71	5	7598,94	0,87	0,5210
Tratamiento	37994,71	5	7598,94	0,87	0,5210
Error	157440,25	18	8746,68		
Total	195434,96	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=114,67573

Error: 8746,6806 gl: 18

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Pseu fluor + Fertilizado I	564,00	4	46,76 A
Pseu fluor + Fertilizado II	501,50	4	46,76 A B
Fertilizado II: 50 Kg/Ha	499,50	4	46,76 A B
Fertilizado I: 100 Kg/Ha	461,75	4	46,76 A B
Testigo	456,75	4	46,76 A B
Pseudomonas fluorescens	446,25	4	46,76 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

Anexo Análisis Estadístico 5.

Evaluación estadística del rendimiento expresado en kilogramos por hectárea

Datos:

Variable	Bloque	Tratamientos					
		Testigo	Pseudomonas fluorescens	Fertilizado I: 100 Kg/Ha	Fertilizado II: 50 Kg/Ha	Pseu fluor + Fertilizado I	Pseu fluor + Fertilizado II
Kg/ha	1	3556	3565	4318	3918	4737	4115
	2	3131	4144	4720	4096	4327	4820
	3	3504	3386	4850	3581	3923	4349
	4	3094	4009	4268	3749	4663	4238
	Promedio	3321,25	3776	4539	3836	4412,5	4380,5

Análisis estadístico:

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Kg/ha	24	0,73	0,66	7,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4526019,21	5	905203,84	9,81	0,0001
Tratamiento	4526019,21	5	905203,84	9,81	0,0001
Error	1661278,75	18	92293,26		
Total	6187297,96	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=372,50738

Error: 92293,2639 gl: 18

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Fertilizado I: 100 Kg/Ha	4539,00	4	151,90 A
Pseu fluor + Fertilizado I	4412,50	4	151,90 A
Pseu fluor + Fertilizado II	4380,50	4	151,90 A
Fertilizado II: 50 Kg/Ha	3836,00	4	151,90 B
Pseudomonas fluorescens	3776,00	4	151,90 B
Testigo	3321,25	4	151,90 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

Anexo Análisis Estadístico 6.

Evaluación estadística del peso de mil granos

Datos:

Variable	Bloque	Tratamientos					
		Testigo	Pseudomonas fluorescens	Fertilizado I: 100 Kg/Ha	Fertilizado II: 50 Kg/Ha	Pseu fluor + Fertilizado I	Pseu fluor + Fertilizado II
Peso en gramos de mil granos	1	42,7	47	50,7	48,3	42,8	45,7
	2	42,3	44,7	45	50	48,4	47,4
	3	44,6	48	47,6	44,3	50,7	46,8
	4	39,2	46,7	49,8	47,9	47,7	47,3
	Promedio	42,2	46,6	48,275	47,625	47,4	46,8

Análisis estadísticos:

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de 1000	24	0,51	0,37	4,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	95,26	5	19,05	3,71	0,0174
Tratamiento	95,26	5	19,05	3,71	0,0174
Error	92,34	18	5,13		
Total	187,59	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=2,77713

Error: 5,1297 gl: 18

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Fertilizado I: 100 Kg/Ha	48,28	4	1,13 A
Fertilizado II: 50 Kg/Ha	47,63	4	1,13 A
Pseu fluor + Fertilizado I	47,40	4	1,13 A
Pseu fluor + Fertilizado II	46,80	4	1,13 A
Pseudomonas fluorescens	46,60	4	1,13 A
Testigo	42,20	4	1,13 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)