

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**



Trabajo Final presentado para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo

***Azospirillum brasilense*. Evaluación del efecto de la inoculación en
cultivo de trigo a campo, con diferentes dosis de fertilizante.**

Alumno: Bahl Hector Hugo

DNI: 29783687

Directora: Dra. Thuar, Alicia

Río Cuarto – Córdoba

Noviembre / 2011

ÍNDICE DEL TEXTO

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	II
CERTIFICADO DE APROBACION	III
RESUMEN	IV
SUMMARY	V
INTRODUCCION	1
Importancia del cultivo de trigo	1
Nicho tecnológico en la producción de alimentos	1
Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal	2
Mecanismos de promoción del crecimiento vegetal	2
El género <i>Azospirillum</i>	4
Antecedentes	4
HIPOTESIS	6
OBJETIVOS	6
MATERIALES Y METODOS	7
Métodos para cuantificar la promoción del crecimiento	9
Análisis de datos	10

RESULTADOS Y DISCUSION	11
CONCLUSIONES	16
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	17
ANEXOS	19

DEDICATORIA

A mis padres, acompañantes incondicionales durante el transcurso de la carrera, que me dieron la fuerza y la constancia para culminar mis estudios.

A mi señora Verónica y mi hija Valentina, quienes son la luz de mis días.

A toda mi familia que siempre estuvo cuando la necesite.

A mis amigos fuente de afecto y confianza con los que compartí muchos buenos momentos.

AGRADECIMIENTOS

A mi directora de tesis, Alicia Thuar, quien dedico su tiempo y esfuerzo en ayudarme con mi trabajo final.

Al ing. Eduardo Cesar Soler quien me ayudo con los análisis estadísticos de mis resultados a campo.

A mis compañeros y amigos que compartieron junto a mí la carrera de grado, por tanta amistad y tanto apoyo en momentos difíciles.

MUCHAS GRACIAS!!!

RESUMEN

La inoculación con rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPRs) se presenta como una alternativa interesante tendiente a mejorar la productividad de los suelos. Es una práctica alineada con los conceptos de agricultura sustentable ya que tiende a la disminución en el uso de fertilizantes y pesticidas, buscando una estabilidad del sistema productivo en el tiempo.

El objetivo de esta práctica es el de mejorar el ambiente rizosférico para la planta, poniendo a disposición compuestos que favorecen su crecimiento e inhibiendo agentes que pudieran ser ofensivos para el vegetal.

Entre las PGPRs encontramos bacterias simbióticas y asociativas de vida libre. Dentro de las bacterias asociativas más estudiadas se encuentran las pertenecientes al género *Azospirillum* sp. Dicho género fue estudiado en el presente trabajo con el objetivo de observar y evaluar el efecto de la inoculación con *Azospirillum* brasilense en cultivo de trigo a campo con diferentes dosis de fertilizante.

El ensayo se realizó en la zona rural de “Las Ensenadas”, en establecimiento “Las Totoras”. Durante el ciclo del cultivo se determinaron parámetros de crecimiento como longitud de raíces y peso seco de raíz y parte aérea en dos momentos del ciclo. A cosecha se evaluó número de espigas por metro, cantidad de granos por espiga, peso seco de 1000 semillas y rendimiento con monitor de rinde.

Los resultados obtenidos marcaron una mejora en las parcelas que recibieron el tratamiento con inoculante aunque no en todos los casos esta diferencia fue estadísticamente significativa. Este estudio mostro mayor impacto en las diferentes dosis de fertilizante empleado.

Palabras clave: inoculación, *Azospirillum brasilense*, crecimiento, rendimiento, trigo.

SUMMARY

The inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPRs) appears like a tending interesting alternative to improve the productivity of grounds. It is a practice aligned with the concepts of sustainable agriculture since it tends the diminution in the fertilizer use and pesticides, looking for a stability of the productive system in the time.

The objective of this practices is the one to improve the rizosferic atmosphere for the plant, making available compound that favors their growth and inhibiting agents who could be offensive for the vegetable.

Between the PGPRs we found symbiotic and associative bacteria of free life. Within the studied associative bacteria more, are the pertaining ones to the *Azospirillum* sort. This sort was studied in the present work with the objective to observe and to evaluate the effect of the inoculation with *Azospirillum brasilense* in culture from wheat to field with different doses from fertilizer.

The was realized in the countryside of “The Ensenadas”, in establishment “The Totoras”. During the cycle of the culture parameters of growth as length of roots and dry weight of root and aerial part at two moments of the cycle were determined. To harvest I evaluate the number of ears by meter was evaluated, amount of grains by ear, dry weight of 1000 seeds and yield with monitor of renders.

The obtained results marked an improvement in the parcels that received the treatment with inoculante although in all the cases this difference was not statistically significant. This study show a greater impact in the different doses from used fertilizer.

Key words: inoculation, *Azospirillum brasilense*, growth, yield, wheat.

INTRODUCCION

Importancia del cultivo de trigo.

El cultivo de trigo fue el fundador de la colonización agrícola de la región pampeana, por lo que su historia en el país es paralela a la de la agricultura argentina. La expansión del cultivo se inicia en 1870, cuando las colonias agrícolas comenzaron a extenderse por las provincias de Santa Fe, Córdoba, La Pampa y Entre Ríos. La exportación de gran parte de la producción convirtió a la Argentina en “el granero del mundo” y contribuyó a ubicar al país en un lugar destacado en el concierto de las naciones. El cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) es de gran importancia por su amplia difusión mundial, lo que lo convierte en el principal cultivo por superficie sembrada. Ocupando un área total de 218.200.000 hectáreas, con una producción mundial de 621.900.000 tn (29,78% de la producción mundial de granos) (SAGPyA, 2006). En Argentina la campaña 2005/06 tuvo una superficie sembrada de 5.222.485 ha. (2,38% de la superficie mundial) con una producción de 12.593.000 tn (2% de la producción mundial) con un rendimiento promedio de 25.31 qq/ha (SAGPyA 2006). En la actualidad el mercado interno absorbe entre 4 y 5 millones de toneladas siendo el principal destino la elaboración de harinas de panificación, mientras que el excedente se exporta principalmente con destino al MERCOSUR (Clarín Rural, 2004). En la pampa húmeda Córdoba se encuentra en el tercer lugar en cantidad producida, 1.712.790 tn (13,7% de la producción nacional), y superficie sembrada (SAGPyA, 2011).

Nicho tecnológico en la producción de alimentos

Uno de los principales problemas a los que se enfrenta la agricultura es la necesidad de producir alimentos en gran escala debido al aumento creciente de la población mundial, esto en el marco de un deterioro ambiental progresivo, por lo que es imperante el hecho de ejercer la menor presión posible sobre los recursos, con la necesidad de encontrar variantes que se complementen con las actuales formas de producción. En Argentina, la intensificación del uso agrícola de los suelos durante los últimos años no ha sido acompañada con una práctica adecuada de fertilización. Los contenidos de fósforo (P) y nitrógeno (N) de los suelos han disminuido en forma significativa debido a la extracción de los cultivos, la erosión, a la insolubilización causada por el manejo inadecuado y a las prácticas de cultivo. Paralelamente, la baja reposición de nutrientes por medio de fertilizantes, y solo basadas en diagnósticos y recomendaciones económicas óptimas, han hecho evidente el balance negativo entre la tasa de extracción y la fertilización (García y Annone, 2004). En este aspecto las biotecnologías muestran una opción interesante en la utilización de microorganismos benéficos del suelo como promotores del crecimiento de los cultivos y como control biológico de patógenos (Caballero-Mellado, 2002). La acción de factores tecnológicos y ambientales

sobre el crecimiento y la producción de los cultivos no es independiente y se definen abundantes interacciones que contribuyen a explicar la brecha entre rendimientos logrados en sistemas reales de producción y los esperables al reducir restrictivos al rendimiento. En la gestación de los rendimientos alcanzables por los cultivos se conjugan factores que los determinan (genotipo, fecha de siembra, tipo de suelo) y del resultado del manejo de factores limitantes (disponibilidad de agua y nutrientes) y reductores (enfermedades y plagas) de la producción. La microflora de los suelos agrícolas tiene un papel de relevancia en la actividad y resultado de procesos tales como la implantación, desarrollo y producción de cultivos por lo que la introducción de especies seleccionadas es una alternativa que contribuirá al logro de mejores cultivos (Caballero-Mellado et al. 1992). Es el caso de las rizobacterias promotoras del crecimiento o PGPR (Rizobacterias Promotoras del Crecimiento de las Plantas, su sigla en inglés) tanto a partir de acciones directas sobre la planta como indirectas a través de variadas causas involucradas en los procesos productivos. La utilización de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR) en la agricultura es una práctica que internacionalmente ha tomado auge en las últimas décadas. (Hernández, et al.1998).

Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal

Las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal son bacterias aisladas de la rizósfera y cuando son inoculadas sobre los cultivos o en el suelo colonizan las raíces de las plantas, incrementan su crecimiento o reducen el daño de enfermedades. El manejo de estos microorganismos del suelo, que están involucrados en varios ciclos biogeoquímicos (C,N,P,S, etc.), salud de las plantas y recuperación de los suelos, ofrece nuevas posibilidades de tratamientos biológicos (Caballero-Mellado et al. 2002). En suelos agrícola, el mejoramiento de la calidad y la diversidad de las poblaciones microbianas a partir de la incorporación de cepas seleccionadas según sus funciones específicas es un proceso relevante que contribuye al mejor establecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos siendo una alternativa para lograr mejores cultivos (Caballero-Mellado et al. 2002).

Existen dos tipos de PGPRs, las simbióticas como *Rhizobium*, *Sinorhizobium*, *Mesorhizobium*, *Bradyrhizobium*, etc. que obtienen la energía para desarrollarse de la fotosíntesis de la planta con la que establecen simbiosis y las de vida libre que encuentran en el medio la energía para su desarrollo. Se conoce gran número de bacterias de vida libre o asociativa que fijan nitrógeno, pero solo algunas se destacan por su potencial como biofertilizantes o promotoras del crecimiento. (Beringer, 1984) Dentro de las bacterias asociativas más estudiadas se encuentran las pertenecientes al género *Azospirillum*, la cual ha sido objeto de estudio desde la década del setenta ya que su inoculación en las plantas promueve un aumento significativo del sistema radical, induce la resistencia a agentes patógenos y provee de elementos como el nitrógeno, además inhibe la proliferación de plantas parásitas y produce hormonas que estimulan el crecimiento vegetal, lo que permite un desarrollo más económico y saludable de los cultivos. (Bouillant et al. 1997).

Mecanismos de promoción del crecimiento vegetal

Estos organismos poseen dos tipos de mecanismos de promoción del crecimiento; directos e indirectos. Mecanismos directos donde las rizobacterias ponen a disposición de la planta compuestos sintetizados por ellas mismas beneficiando el crecimiento. Mecanismos directos son la producción de fitohormonas, la liberación de fosfatos y micronutrientes y la fijación de nitrógeno (N). Mecanismos indirectos donde las rizobacterias alteran la ecología y el ambiente de la raíz actuando como agentes de biocontrol y reduciendo las enfermedades mediante la liberación de antibióticos, competencia con agentes deletéreos y metabolismo de productos tóxicos (Glick, 1995).

La producción de fitohormonas entre las que se encuentran auxinas, citocininas y giberelinas incrementa el número de raíces laterales y de pelos radicales aumentando así la superficie radicular y en consecuencia favoreciendo una mayor absorción de nutrientes. La atención principal ha sido enfocada en las auxinas (Brown, 1974; Tien et al., 1979). Estas se caracterizan por su capacidad de inducir la elongación de las células del tallo en la región subapical y que logran reproducir el efecto fisiológico del ácido indol 3-acético (AIA). Estos compuestos han sido vinculados a procesos de orientación del crecimiento de tallos y raíces en respuesta a la luz y gravedad, diferenciación de tejidos vasculares, dominancia apical, iniciación de raíces laterales y adventicias, estimulación de la división celular y elongación de tallos y raíces (Ross et al. 2000). Las giberelinas (GAs) constituyen un amplio grupo de compuestos naturales que regulan diversos procesos en el crecimiento y desarrollo de las plantas tales como la germinación, el alargamiento caulinar, la floración y la fructificación (Davies, 1995). Las citocininas son compuestos naturales que regulan la división y diferenciación celular en tejidos no meristemáticos en plantas superiores. Estas fitohormonas se han asociado a un gran número de procesos fisiológicos y celulares entre los que se detallan el retardo de la senescencia por acumulación de clorofila, la formación de órganos en una gran variedad de cultivos de tejidos, el desarrollo de la raíz, la formación de pelos radicales, la elongación de la raíz, la iniciación del tallo, la expansión de hojas.

Solubilización de fosfatos: el fósforo es un elemento químico esencial para la vida y muy abundante en la corteza terrestre, sin embargo una pequeña proporción está disponible para las plantas (5%), por lo que debe ser suministrado por medio de fertilizantes minerales, pero gran parte de estos tienden a acumularse en el suelo en forma de compuestos insolubles (Richardson, 1994). La disponibilidad del fósforo en el suelo depende principalmente de la actividad microbiana. Estas bacterias pueden incrementar la disponibilidad de fósforo para las plantas porque ellas solubilizan fosfato orgánico por acción de fosfatasas o por solubilización de fosfatos inorgánicos no disponibles por medio de ácidos orgánicos. Diversos estudios han demostrado que la Solubilización del fósforo por microorganismos solubilizadores es una importante característica de cepas PGPR (Kloepper et al., 1989; Kucey et al., 1989).

Fijación biológica de nitrógeno: es un proceso de reducción por el cual las bacterias transforman nitrógeno atmosférico (N₂) en amoníaco (NH₃) disponible para las plantas, por medio del complejo

enzimático nitrogenasa. Para la reducción de un mol de nitrógeno atmosférico a amoníaco se requieren 16 moles de ATP y 4 pares de electrones. La fijación biológica de nitrógeno no simbiótica es realizada por microorganismos como *Azospirillum*, estas son bacterias de vida libre que actúan bajo determinadas condiciones ambientales, dejando disponible el nitrógeno en forma de amoníaco para la absorción por las raíces.

Producción de sideróforos: Dado que la cantidad de hierro aprovechable del suelo es demasiado baja para mantener el crecimiento microbiano, los microorganismos del suelo excretan moléculas quelatos (sideróforos) que se unen al hierro transportándolo al interior de la célula microbiana y luego lo hacen aprovechable para el crecimiento de la bacteria (Neilands y Leong, 1986; Briat, 1992). De esta manera se evita la proliferación de fitopatógenos, debido a la menor disponibilidad de hierro, facilitándose así el crecimiento de las plantas.

Inducción de resistencia sistémica: Las rizobacterias no patógenas pueden inducir una resistencia sistémica en las plantas similar a la resistencia sistémica adquirida (SAR) cuando son atacadas por patógenos. Determinadas bacterias inducen la resistencia sistémica, produciendo diferentes compuestos tales como lipopolisacáridos, sideróforos y ácido salicílico; sin embargo, esta inducción depende de que las bacterias colonicen el sistema radical en número suficiente (Van Loon et al., 1998).

Producción de antibióticos: Las rizobacterias sintetizan sustancias orgánicas antibióticas que inhiben la proliferación de fitopatógenos, mejorando la sanidad vegetal y facilitando el crecimiento de las plantas.

El genero *Azospirillum*

Azospirillum sp. es uno de los microorganismos con características de promoción del crecimiento vegetal disponible en tratamientos de inoculación. En un principio fue conocido por su capacidad de fijar N libremente, pero en la actualidad se reconocen otros mecanismos de promoción vegetal mas importantes, tales como la producción y liberación de hormonas promotoras del crecimiento radical (ej. Auxinas, giberelinas, citocininas), de enzimas pectinolíticas distorsionando la funcionalidad de células de las raíces y el aumento en la producción de exudados promoviendo el crecimiento de otros organismos rizosféricos. También se ha descrito la liberación de moléculas señal afectando el metabolismo de las células vegetales y desencadenando eventos que resultan en alteraciones y promoción de crecimiento de raíces y de la parte aérea de las plantas. Si bien los conocimientos de los efectos de *Azospirillum* sp. sobre el crecimiento de abundantes especies cultivadas no es reciente, si lo es su utilización extensiva en condiciones de producción. (Díaz Zorita, 2006).

Antecedentes

A partir de la campaña 2002, y en un convenio de vinculación tecnológica entre el INTA y Nitragin Argentina, se desarrolló Nitragin Bonus, un producto de formulación líquida conteniendo *Azospirillum* brasilense para el tratamiento de semillas de trigo, mostrando relevantes aportes para la mejora de su producción. Su aplicación se realizó en el momento de la siembra de los cultivos con prácticas tradicionales de inoculación sobre semillas independientemente de su tratamiento con curasemillas (Agro mercado, 2006). Sobre 249 lotes de producción evaluados, en el 75% se detectaron aumentos de rendimiento mayores a los 50kg/ha por la aplicación del tratamiento. Estos cambios se asociaron principalmente con el logro de mayor número de granos y acumulación de biomasa aérea y radical, alcanzando aumentos en los rendimientos fundamentalmente en ambientes con rendimientos alcanzables de trigo superiores a los 2000kg/ha. Los resultados fueron independientes de la práctica de fertilización empleada permitiendo la inoculación con este formulado, de mejorar la eficiencia de aprovechamiento de nutrientes aportados por fertilización. El tratamiento de semillas de trigo con *Azospirillum* sp. mejora el crecimiento y optimiza los rendimientos en la mayoría de los ambientes de producción evaluados. Es importante considerar que la acción de este promotor del crecimiento complementa la instrumentación de buenas prácticas de producción tales como fertilización NP (Díaz Zorita, 2006).

Salvagno y Thuar encontraron en trabajos realizados en maíz que la longitud radical, el peso seco aéreo y de raíz se incrementaron con la inoculación de *Azospirillum brasilense* con relación a testigos fertilizados y sin fertilizar.

HIPOTESIS

La inoculación con *Azospirillum brasilense* en cultivo de trigo favorece el crecimiento en biomasa y el incremento en los componentes del rendimiento.

OBJETIVOS

- Objetivo general: _ Evaluar el efecto de la inoculación con *Azospirillum brasilense* en cultivo de Trigo, con diferentes dosis de fertilizante.
- Objetivos específicos: _Evaluar el efecto de *Azospirillum brasilense* sobre el desarrollo radical, peso seco aéreo y radical y el rendimiento de grano en cultivo de trigo.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en el año 2005 en el establecimiento “LAS TOTORAS” ubicado en la localidad de “Las Enseñadas”, 30Km. al sur de la ciudad de Río Cuarto por la ruta nacional 35, encontrándose a 7 km. al este de la misma. Coordenadas: 33° 38` Latitud S, 64°37` Longitud O.

El clima está caracterizado por un régimen de precipitaciones monzónico, que concentra aproximadamente el 80% de las precipitaciones en el semestre más cálido (octubre a abril). La precipitación media anual es de 801,2mm. El régimen térmico es mesotermal. La temperatura media anual es de 16,29°C, la del mes más cálido (enero) es de 22,7°C y la del mes más frío (julio) es de 9,8°C. La fecha media de la primera helada es el 25/05, con una fecha extrema del 29/04 y la fecha media de la última helada es el 12/09, con una fecha extrema del 4/11, marcando un período libre de heladas promedio de 255,7 días, desde la primera quincena de noviembre hasta la primer quincena de mayo.

En el momento de la siembra el lote contaba con un perfil cargado de humedad, debido principalmente al aporte de agua subsuperficial por parte de la napa freática, durante el ciclo del cultivo, entre el 10 de junio y el 8 de diciembre, recibió 210 mm de precipitaciones.

En la (figura 1) se presentan las precipitaciones ocurridas durante el año 2005, dichos datos fueron proporcionados por la Cátedra de Agrometeorología Agrícola. Facultad de Agronomía y Veterinaria. UNRC. Córdoba, Argentina.

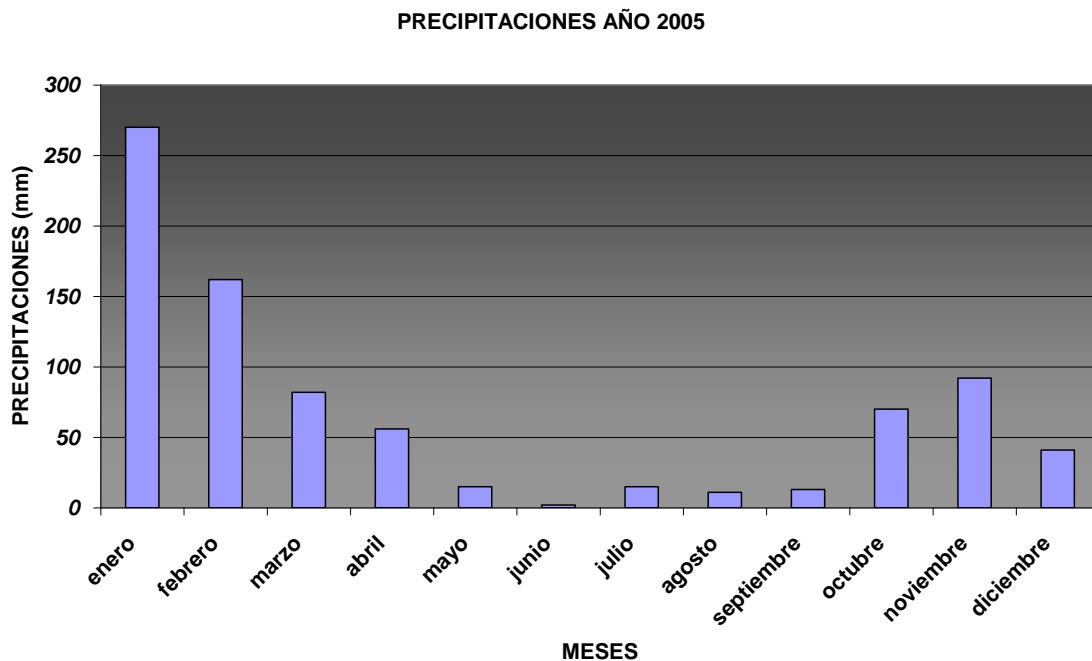


Figura 1: Precipitaciones ocurridas durante el año 2005.

El suelo es un Hapludol típico, de textura franco arenoso fino, no presenta impedimentos físico-químicos para la exploración de raíces y el desarrollo de las plantas. Es un suelo con baja capacidad de retención de agua aunque en este caso cuenta con napa freática a 1,5m que provee del agua necesaria al cultivo en épocas de escasez. Previo a la siembra se realizó una caracterización inicial del suelo a través de un análisis físico-químico (cuadro 1). Para ello se tomo una muestra compuesta de 20 submuestras de los primeros 20cm de suelo. El muestreo se realizó siguiendo el tipo de muestreo sistemático en “X” buscando obtener una muestra homogénea y representativa del lote.

Análisis físico-químico del suelo

Cuadro 1: Análisis físico-químico del suelo. Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba

Materia Orgánica	2.20%
Nitrógeno de nitratos (N-NH3)	14.00ppm
Fósforo (P)	29.00ppm
pH (en agua 1:2,5)	6
Humedad	23%

Metodología utilizada

Materia orgánica-----Método Walkey-Black

Nitrógeno de nitratos (N-NH3) -----Reducción por cadmio

Fósforo (P) -----Método Kurtz y Bray 1

pH ----- Potenciometría 1:2,5

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con 6 tratamientos y 4 repeticiones para cada uno. El tamaño de las parcelas fue de 8,25m de ancho por 1200 m de largo. La siembra se realizó el 10 de junio de 2005 sobre un rastrojo de soja, con una distancia entre surcos de 0,21m y una densidad de 85 semillas por metro lineal, excepto un tratamiento hecho con 20% menos de densidad. El cultivar de trigo utilizado fue un “*Klein Escorpión*” y la semilla utilizada recibió un tratamiento con “*Dividend*” que la protege contra carbón, septoria, golpe blanco y mancha amarilla. La fertilización se realizó sobre la línea de

siembra y se aplicó una mezcla de UREA (65%), DAP (25%) y sulfato de amonio (10%), este factor con 3 niveles 0kg/ha, 90kg/ha y 180kg/ha. La inoculación se realizó con inoculante líquido “*Nitragin Bonus*”, este factor con 2 niveles sin inoculante y con inoculante a razón de 10 cm³/ kg de semilla.

La descripción de los diferentes estados ontogénicos externos e internos por los que atraviesa el cultivo de trigo en este ensayo fue realizada utilizando la escala de Zadoks. (Zadoks et al. 1974).

Los tratamientos que se realizaron son los siguientes:

Tratamiento 1: 65,7 kg. de N, 20,7 kg. de P₂O₅, 4,32 kg. de S, semilla no inoculada, 405 semillas/m². Doble fertilización.

Tratamiento 2: 32,85 kg. de N, 10,35 kg. de P₂O₅, 2,16 kg. de S, semilla no inoculada, 405 semillas/m². Fertilizante solo.

Tratamiento 3: 32,85 kg. de N, 10,35 kg. de P₂O₅, 2,16 kg. de S, semilla inoculada, 405 semillas/m². Inoculante más fertilizante.

Tratamiento 4: 0 kg. de fertilizante, semilla no inoculada, 405 semillas/m². Testigo.

Tratamiento 5: 0 kg. de fertilizante, semilla inoculada, 405 semillas/m². Inoculante solo.

Tratamiento 6: 32,85 kg. de N, 10,35 kg. de P₂O₅, 2,16 kg. de S, semilla inoculada, 324 semillas/m² (-20% densidad de semilla).

Métodos para cuantificar la promoción del crecimiento

- Desarrollo radical en estado fenológico 2-5 por método de intersección de raíces (Newman, 1966), de 20 plantas extraídas en 4 estaciones diferentes por cada tratamiento, las plantas fueron extraídas con pala, a 30 cm de profundidad y las muestras no fueron lavadas, solo removido el suelo adherido a ellas. Para el método de intersección de raíces se utilizó un área rectangular dentro de la cual se construyó una cuadrícula, sobre la que se presentó cada raíz a fin de contar la cantidad de intersecciones entre la raíz y las líneas de la cuadrícula. A partir del número de intersecciones se puede estimar la longitud total de la raíz mediante la siguiente ecuación:

$$R = \frac{tt.N.A}{2H}$$

$$2H$$

Donde **R**: longitud total de la raíz.

N: numero de intersecciones entre los pelos radicales y las líneas de la cuadrícula.

A: área del rectángulo.

H: longitud total de las líneas de la cuadrícula.

tt: 3.14.

- Peso seco de parte aérea y peso seco de raíces en estado fonológico 2-5, de 20 plantas extraídas en 4 estaciones diferentes por cada tratamiento. Estos parámetros se determinaron mediante el secado en estufa durante 48hs a 65°C y posterior pesaje con balanza digital, valores expresados en gramos.
- Peso seco de parte aérea y raíces, de 20 plantas extraídas de 4 estaciones diferentes por cada ensayo, en estado fonológico 3-7. Estos parámetros se determinaron mediante el secado en estufa durante 48hs a 65°C y posterior pesaje con balanza digital, valores expresados en gramos.
- Rendimiento de grano en quintales/ha a cosecha, dato obtenido con monitor de rendimiento de la maquina cosechadora.

Análisis de datos

Los datos de peso seco de raíz y parte aérea, obtenidos fueron evaluados con el programa InfoStat, mediante un análisis de la varianza (ANOVA) con un nivel de significancia $p=0,05$ y el test de Tukey de comparaciones múltiples de las medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La longitud de raíces nos muestra la capacidad de exploración del suelo por parte de la planta. La medición de longitud total de raíz en el estado fonológico 2-5 mostró diferencias estadísticamente significativas $p < 0,05$ entre los distintos tratamientos. En el gráfico siguiente letras diferentes muestran grupos homogéneos diferentes según Tukey. Por medio de este análisis podemos observar diferencias entre los tratamientos 2 y 4, los cuales no fueron inoculados, con respecto al resto, los que si recibieron inoculación. Resultados similares fueron encontrados por Salvagno y Thuar en maíz.

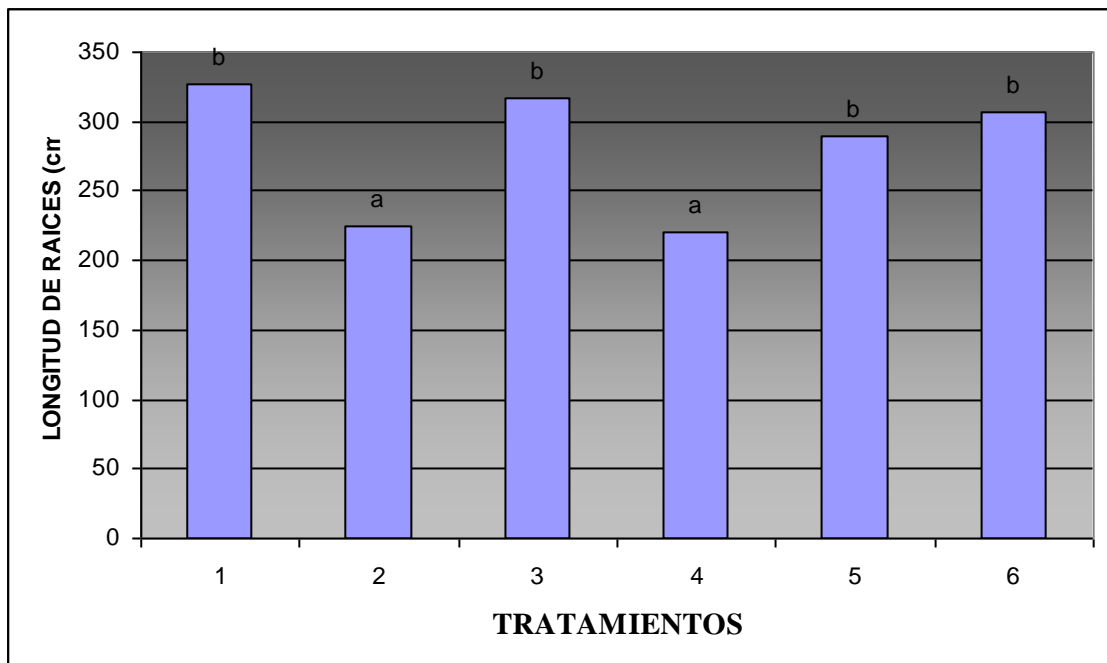


Figura 2: longitud de raíces de trigo (cm) medida en el estado fonológico 2-5.

Con respecto al peso seco de la biomasa aérea medida en el estado fonológico 2-5 no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos, ($p=0,396$). Sin embargo se puede observar una mejora en la media de los tratamientos donde se utilizó algún grado de fertilización, respecto del testigo, 16,89% en el tratamiento 1, 18,06% en el tratamiento 2, 8,37% en el tratamiento 3 y 19,15% en el tratamiento 6. En el caso del tratamiento que solo fue inoculado la diferencia fue mínima, 3,73%.

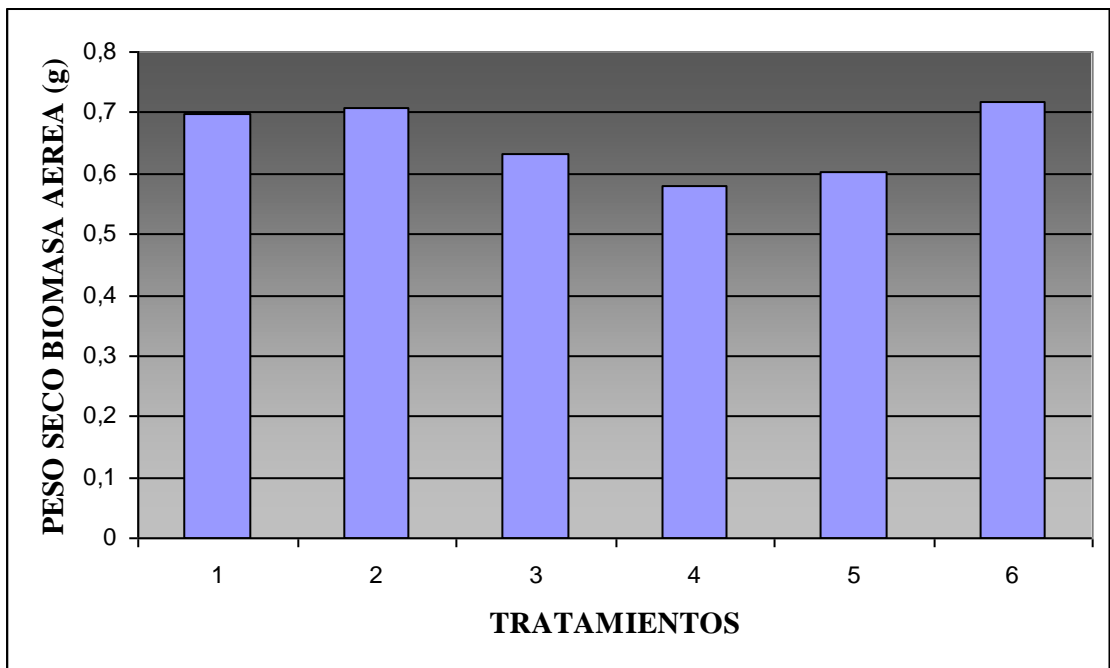


Figura 3: Peso seco de biomasa aérea (g) medida en el estado fonológico 2-5.

De igual manera no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los diferentes tratamientos al medir el peso seco de raíces en el estado fonológico 2-5, ($p=0,443$). Aunque se observaron mejoras importantes en la media de los tratamientos inoculados o que tuvieron algún grado de fertilización respecto del testigo. En el tratamiento 1 la mejora fue del 21,56%, en el tratamiento 2 9,65%, en el tratamiento 3 20,08%, en el tratamiento 5 13,05% y en el tratamiento 6 fue del 22,99%. Resultados similares fueron encontrados por Abatedaga y Thuar en trigo en 2004.

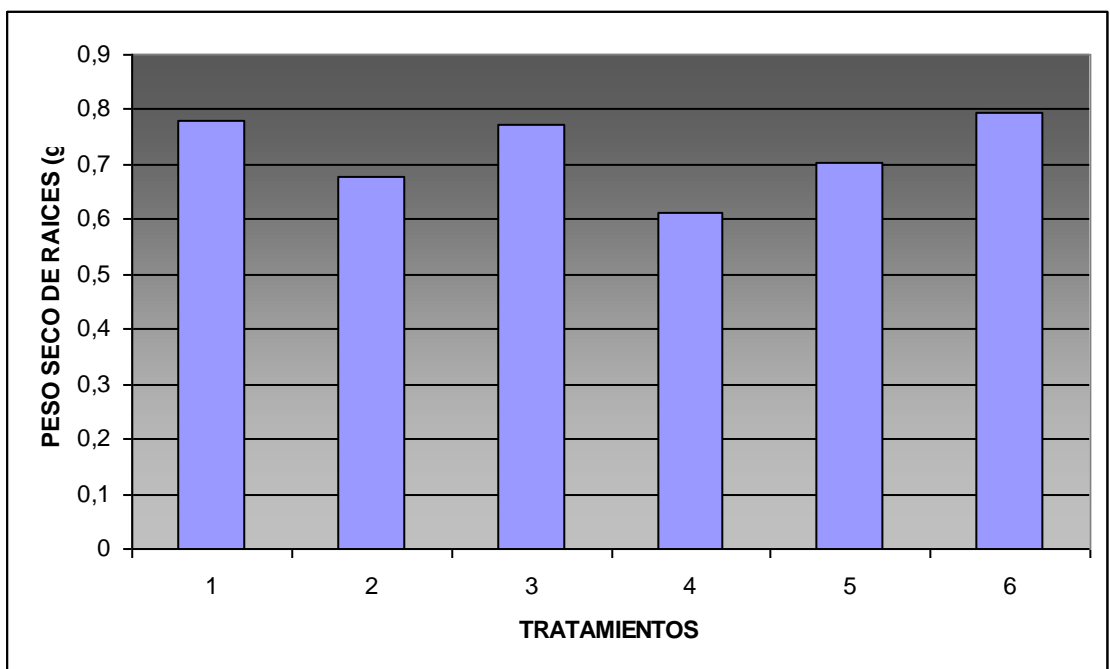


Figura 4: Peso seco de raíz (g) medida en el estado fonológico 2-5.

La medición de peso seco de la biomasa aérea en el estado fonológico 3-7 mostró diferencias estadísticamente significativas $p < 0.05$ entre los distintos tratamientos. El análisis según Tukey arrojó diferentes grupos homogéneos, en el gráfico siguiente letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas. De este análisis se desprenden diferencias entre el tratamiento 1 que recibió una dosis doble de fertilización y los tratamientos 4 y 5 que no fueron fertilizados independientemente de la inoculación. Además diferencias entre el tratamiento 3 que recibió una dosis simple de fertilizante e inoculación y los tratamientos 4 y 5 que no fueron fertilizados, independientemente de la inoculación.

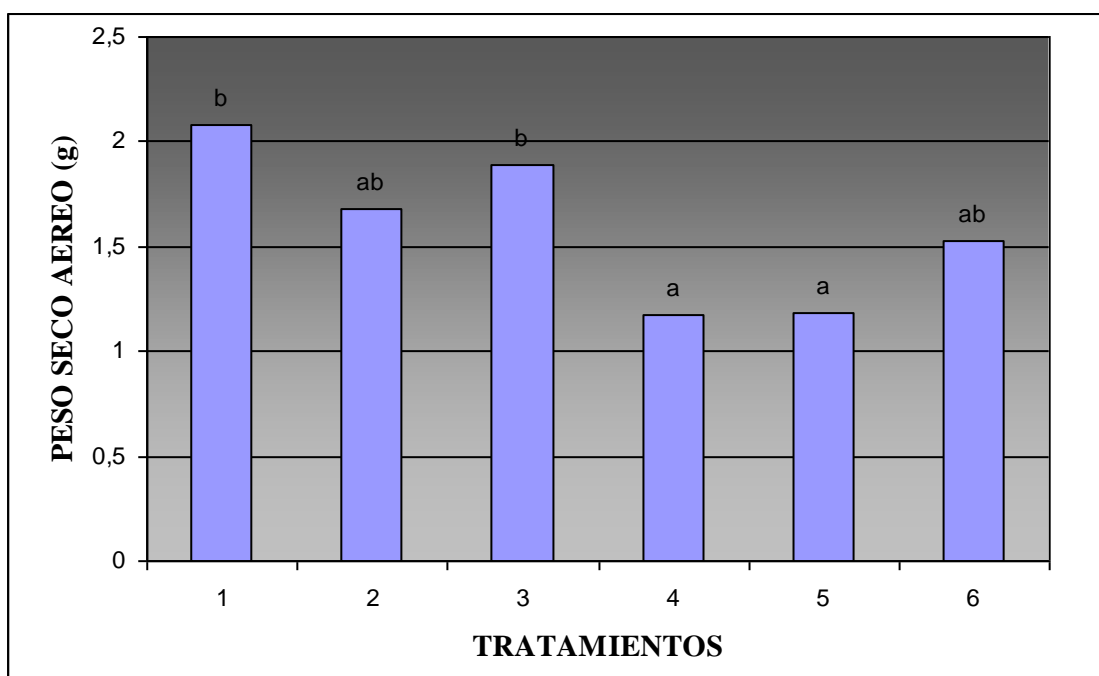


Figura 5: Peso seco de biomasa aérea (g) medida en le estado fonológico 3-7.

La medición de peso seco de raíces en el estado fonológico 3-7 mostró diferencias estadísticamente significativas $p < 0.05$ entre los distintos tratamientos. En la figura 6 se observa diferencia estadísticamente significativa a favor del tratamiento 1 en relación al resto de los tratamientos.

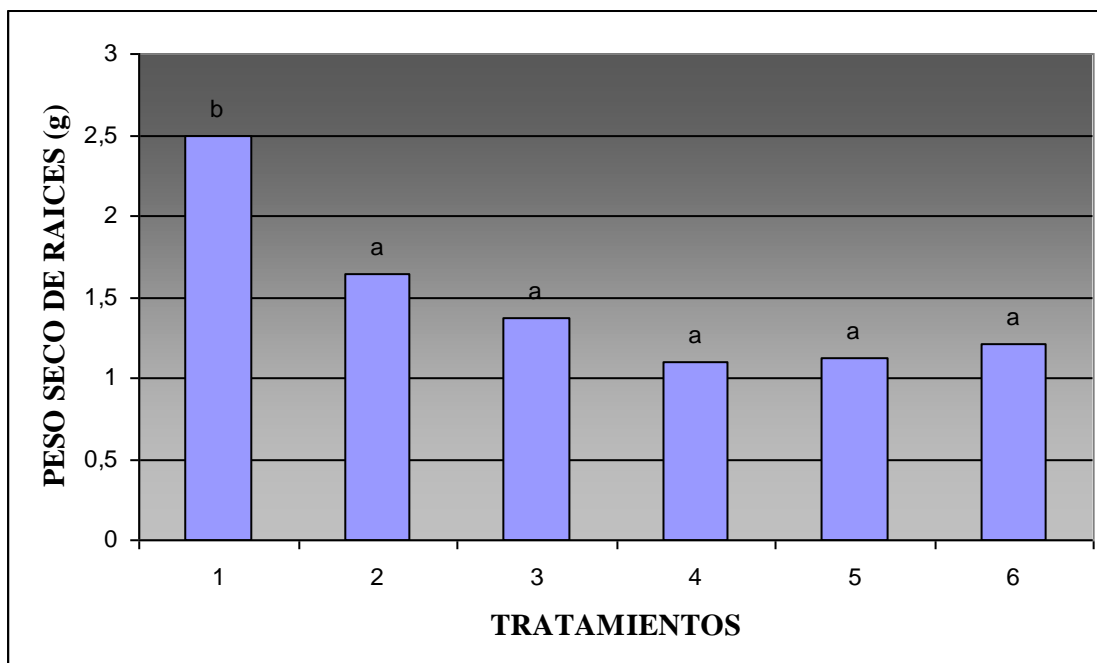


Figura 6: Peso seco de raíz (g) medida en estado fonológico 3-7.

Determinación de rendimiento

El rendimiento en grano no es solo el resultado final de un cultivo, sino que además es la consecuencia de interacciones entre el genotipo, el ambiente y el manejo cultural producidas en forma continua a través del ciclo del cultivo (Miralles y Slafer, 2001). Los rendimientos obtenidos en el ensayo arrojaron diferencias a favor de los tratamientos que fueron fertilizados e inoculados respecto al testigo (figura 7). En el caso del tratamiento 1 donde se aplicó doble dosis de fertilizante la mejora fue del 22,3% (790kg/ha), en el tratamiento 2 donde se utilizó dosis simple de fertilizante la mejora fue del 16,6% (550kg/ha), el tratamiento 3 con fertilización simple e inoculación arrojó una mejora del 21% (730kg/ha) y el tratamiento 6 con fertilización simple, inoculación y una densidad de siembra 20% menor tuvo una mejora del 7,4% (220kg/ha), el tratamiento 5 que no fue fertilizado pero sí inoculado tuvo una diferencia de 40 kg/ha respecto del testigo, resultados similares fueron encontrados por Díaz Zorita en el 75% de los ensayos sobre 249 lotes de producción evaluados.

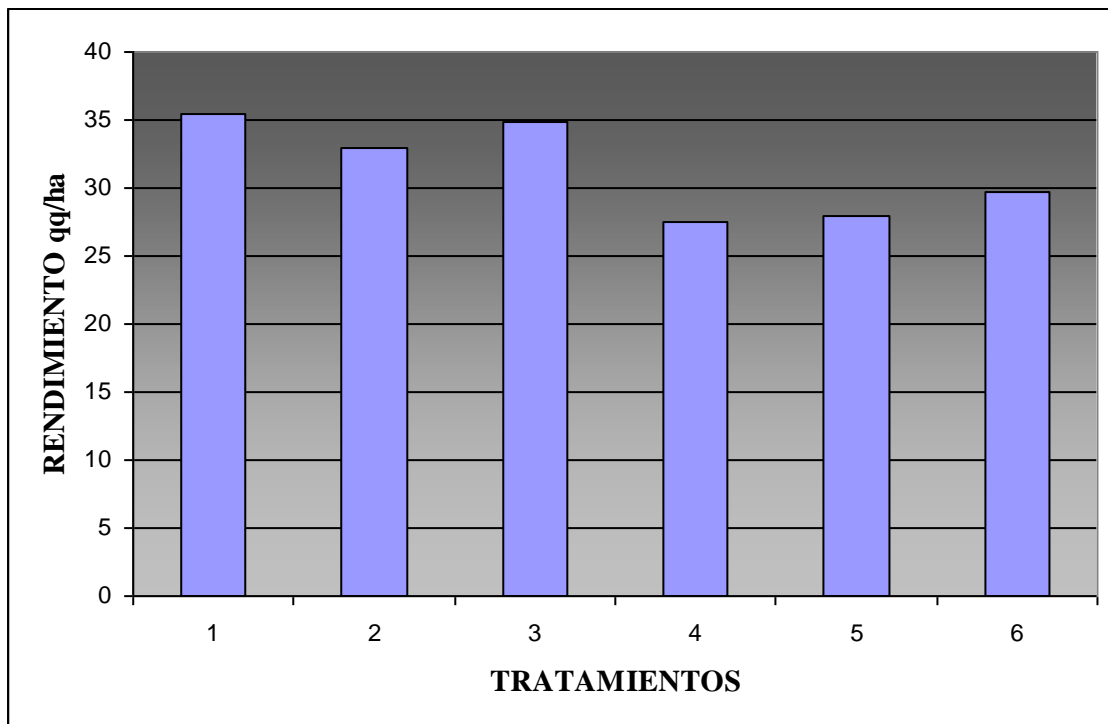


Figura 7: Rendimiento de trigo expresado en quintales por hectárea medido a cosecha.

CONCLUSIONES

Se observaron respuestas positivas en el desarrollo de la longitud de raíces cuando se inoculó y se fertilizó.

La inoculación con *Azospirillum brasilense* y fertilización, tratamiento 3, mejoró el desarrollo la biomasa aérea con diferencias estadísticamente significativas en el estado fonológico 3-7.

La inoculación con *Azospirillum brasilense* mejoró la longitud total de raíz respecto de los tratamientos no inoculados, arrojando diferencias estadísticamente significativa.

En el rendimiento se encontró un sinergismo entre el fertilizante y el inoculante expresado en el tratamiento 3, en el que se observa una respuesta mayor a la suma de las respuestas de los tratamientos 5 y 2.

Los resultados permiten concluir que la inoculación con bacterias del genero *Azospirillum brasilense* y diferentes dosis de fertilizantes produce un efecto positivo sobre el cultivo de trigo.

BIBLIOGRAFIA

ABATEDAGA, M. Y THUAR A. 2004. Potencialidades de *Azospirillum* como inoculante para la agricultura. Biblioteca U.N.R.C. pág. 37.

BERINGER, J.E. 1984. The Significance of Symbiotic Nitrogen Fixation in Plant Production. *Plant Sci.* 2: 269- 286.

BOUILLANT, M. et. al. 1997. Inhibition of *Striga* seed germination with sorghum growth promotion by soil bacteria. *Sience de la Vie*, 1997 Vol. 320, no. 2, p. 159-162.

BRIAT, J.F. 1992. Iron asimilation and storage in prokariote. **J. Gen: Microbiol.** 138: 2475-2483.

BROWN, M.E., 1974. Seed and root bacterization. **Anual Rev. of Phytopatology** 12: 181-197.

CABALLERO-MELLADO, L. El genero *Azospirillum*. In: *Microbios en linea*. Cap. 14. Ed.: Dra. Martinez Romero, E y J. Martinez Romero.

CABALLERO-MELLADO, J., M.G. CARCANO-MONTIEL, M.A. MASCARUA-ESPARZA. 1992. Field inoculation of wheat (*Triticum aestivum* L.) with *Azospirillum* brasilense under temperate climate. **Symbiosis.** 13:243-253.

CLARIN RURAL 2004. El gran libro de la siembra directa, desarrollo agrícola y difusión del sistema. Capitulo 1.

Consultado: 25/07/2011

DAVIES, P. (Ed). 1995. *Plant Hormones. Physiology, Bbiochemistry and Molecular Biology.* pp 883. Dordretch, kluwer Acad. Press.

DIAZ-ZORITA, M. 2006. Evaluación extensiva de *azospirillum* sp., promotor de crecimiento para cultivos de trigo. **Agromercado.** N° 119 pag. 25.

GARCIA, R.J. y G. ANNONE 2004. Efecto de la inoculación con rizobacterias promotoras del crecimiento de las plantas (PGPR) sobre el rendimiento del trigo (*Triticum aestivum* L.) y la eficiencia de uso de fertilizantes. EEA INTA Pergamino.

GLICK, B.R. (1995). The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Can. J. Microbiol.* 41: 109-117.

HERNANDEZ, A.N. 1998. Selección de cepas de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal. Proyecto 300089, INCA 1998.

KLOEPPER, J.W., R. LIFSHITZ and R.M. ZABLOTOWICZ. 1989. Free-living bacterial inoculate for enhancing crop productivity. **Triends Biotechnol.** 7: 39-43

KUCEY, R.M.N., H.H. JANZEN and M.E. LEGGET 1989. Microbially medited increases in plant-avaivable phosphorous. **Adv. Agron.** 42: 199-228.

MIRALLES D. Y G. SLAFER 2001. Desarrollo, crecimiento y determinación de los componentes del rendimiento. Trigo: Cuaderno de actualización Técnica N° 63. CREA. pp. **10-17 Marzo de 2001.**

NEILANDS, J.B. and S.A.LEONG. 1986. Siderophores in relation to plant growth and disease. **Annu. Rev. Plant Physiol.** 37:187-208.

NEWMAN, E.I. (1966). A method of estimating the total length of root a sample. *J. Appl. Ecol.*3: 139-145.

RICHARDSON, A.E. 1994. Soil microorganisms and phosphorus availability. In soil Biota. **Managementin sustainable Farming System.** Ed. C:E: Pankhurst. pp.50-62.

ROSS, J., D. O'NEILL, J. SMITH, KERCKHOFF and R. ELLIOT. 2000. Evidence that auxina promotes the gibberellin A biosíntesis in pea. *Plant Journal* 21:574-552.

SAGPyA.2006.

SAGPyA/Agricultura/cultivos_en_la_argentina/mapa_principales_cultivos/index.php.En:
<http://www.miniagri.gov.ar>

SAGPyA.2011.

SAGPyA/Agricultura/cultivos_en_la_argentina/mapa_principales_cultivos/index.php.En:
<http://www.miniagri.gov.ar>

SALVAGNO, Y.C. Y THUAR, A. 2003. Tesis: Efecto de la promoción del crecimiento en un cultivo de maíz con Bacterias Simbióticas y de Vida Libre. Biblioteca U.N.R.C. Pág. 30.

TIEN T.M., M.H. GASKINS D AND H. HUBBEL., 1979. Plant grow substances produced by *Azospirillum* brasilense and their effect on the grow of pearl Millet.

VAN LOON, L.C., P.A.H. KABER and C.M.J. PIETERSEN. 1998. Systematic resistence induced by rizosphere bacteria. **Ann. Rev., Phytopathol,** 3:453-383.

ZADOKS, J.C.; T.T. CHANG and C.F. KONZAK. 1974. A decimal code for the growth stage of cereals. *Weed Res.* 14:415-421.

ANEXOS

Medidas tomadas en estado fenologico 2-5

tratamiento1	nºplanta	LR 2-5	PSA 2-5	PSR 2-5
tratamiento1	1	266,9	0,83	0,90
tratamiento1	2	339,1	0,79	1,50
tratamiento1	3	314,0	0,64	0,74
tratamiento1	4	298,3	0,80	0,72
tratamiento1	5	320,3	0,88	0,49
tratamiento1	6	370,5	0,86	0,97
tratamiento1	7	314,0	0,70	0,61
tratamiento1	8	351,7	0,60	0,81
tratamiento1	9	345,4	0,50	0,85
tratamiento1	10	376,8	0,80	0,92
tratamiento1	11	320,3	0,40	0,60
tratamiento1	12	244,9	0,30	0,33
tratamiento1	13	389,4	0,95	1,10
tratamiento1	14	282,6	0,68	0,80
tratamiento1	15	323,4	0,78	0,51
tratamiento1	16	307,7	0,80	0,59
tratamiento1	17	345,4	0,64	0,62
tratamiento1	18	314,0	0,40	0,54
tratamiento1	19	389,4	0,90	1,15
tratamiento1	20	339,1	0,72	0,88
tratamiento2	1	226,1	0,35	0,40
tratamiento2	2	238,6	0,46	0,60
tratamiento2	3	270,0	0,44	0,57
tratamiento2	4	182,1	0,53	0,55
tratamiento2	5	157,0	0,70	0,55
tratamiento2	6	201,0	0,47	0,38
tratamiento2	7	244,9	0,92	1,04
tratamiento2	8	257,5	0,92	1,12
tratamiento2	9	232,4	0,62	0,09
tratamiento2	10	251,2	1,20	1,25
tratamiento2	11	213,5	1,05	0,65
tratamiento2	12	307,7	1,53	1,22
tratamiento2	13	282,6	0,70	0,52
tratamiento2	14	219,8	1,05	0,75
tratamiento2	15	226,1	0,47	0,50
tratamiento2	16	194,7	0,53	0,54
tratamiento2	17	219,8	0,57	0,83
tratamiento2	18	201,0	0,30	0,26
tratamiento2	19	188,4	0,66	0,96
tratamiento2	20	188,4	0,70	0,79
tratamiento3	1	320,3	0,60	0,87
tratamiento3	2	458,4	1,04	1,25
tratamiento3	3	314,0	0,33	0,33
tratamiento3	4	163,3	0,31	0,20
tratamiento3	5	332,8	0,95	1,15

tratamiento3	6	307,7	0,48	0,50
tratamiento3	7	301,4	0,80	1,02
tratamiento3	8	351,7	0,97	1,42
tratamiento3	9	339,1	0,70	0,85
tratamiento3	10	345,4	0,57	0,81
tratamiento3	11	376,8	0,82	0,97
tratamiento3	12	279,5	0,34	0,58
tratamiento3	13	320,3	0,32	0,40
tratamiento3	14	307,7	0,40	0,44
tratamiento3	15	414,5	1,15	1,15
tratamiento3	16	288,9	0,54	0,77
tratamiento3	17	329,7	0,48	0,61
tratamiento3	18	279,5	0,58	0,62
tratamiento3	19	213,5	0,59	0,60
tratamiento3	20	282,6	0,70	0,94
tratamiento4	1	188,4	0,18	0,34
tratamiento4	2	295,2	1,00	0,89
tratamiento4	3	194,7	0,70	0,80
tratamiento4	4	282,6	1,05	1,12
tratamiento4	5	326,6	1,06	1,26
tratamiento4	6	314,0	0,60	0,79
tratamiento4	7	188,4	0,40	0,43
tratamiento4	8	276,3	0,69	0,89
tratamiento4	9	238,6	0,84	0,88
tratamiento4	10	307,7	0,62	0,55
tratamiento4	11	213,5	0,32	0,29
tratamiento4	12	182,1	0,63	0,60
tratamiento4	13	194,7	0,45	0,40
tratamiento4	14	150,7	0,21	0,17
tratamiento4	15	144,4	0,21	0,12
tratamiento4	16	282,6	0,84	0,94
tratamiento4	17	125,6	0,32	0,17
tratamiento4	18	157,0	0,31	0,23
tratamiento4	19	157,0	0,48	0,65
tratamiento4	20	194,7	0,70	0,74
tratamiento5	1	323,4	0,62	0,86
tratamiento5	2	351,7	0,65	0,98
tratamiento5	3	244,9	0,23	0,39
tratamiento5	4	226,1	0,43	0,40
tratamiento5	5	307,7	0,60	0,72
tratamiento5	6	282,6	0,63	0,70
tratamiento5	7	364,2	0,82	0,92
tratamiento5	8	307,7	0,43	0,64
tratamiento5	9	276,3	0,58	0,63
tratamiento5	10	251,2	0,45	0,41
tratamiento5	11	288,9	0,40	0,59
tratamiento5	12	332,8	0,78	0,84
tratamiento5	13	232,4	0,56	0,45
tratamiento5	14	270,0	0,48	0,61
tratamiento5	15	201,0	1,09	1,30
tratamiento5	16	364,2	0,90	0,95
tratamiento5	17	351,7	0,78	0,82
tratamiento5	18	314,0	0,62	0,92
tratamiento5	19	273,2	0,59	0,64

tratamiento5	20	213,5	0,42	0,33
tratamiento6	1	235,5	0,50	0,50
tratamiento6	2	376,8	1,06	1,22
tratamiento6	3	282,6	0,45	0,50
tratamiento6	4	292,0	0,38	0,54
tratamiento6	5	251,2	0,80	0,98
tratamiento6	6	345,4	0,42	0,73
tratamiento6	7	364,2	0,40	0,69
tratamiento6	8	320,3	1,02	1,00
tratamiento6	9	314,0	0,45	0,88
tratamiento6	10	329,7	0,35	0,50
tratamiento6	11	276,3	1,03	0,98
tratamiento6	12	345,4	0,61	0,76
tratamiento6	13	339,1	1,20	1,20
tratamiento6	14	263,8	0,82	0,88
tratamiento6	15	320,3	1,10	0,85
tratamiento6	16	244,9	0,80	0,44
tratamiento6	17	307,7	0,50	0,45
tratamiento6	18	307,7	0,60	0,65
tratamiento6	19	320,3	0,68	0,82
tratamiento6	20	295,2	1,19	1,35

Medidas tomadas en estado fenológico 3-7 PSA-PSR

	nºplanta	PSA 3-7	PSR 3-7
tratamiento1	1	3,00	2,20
tratamiento1	2	3,65	3,00
tratamiento1	3	3,00	3,42
tratamiento1	4	2,21	2,52
tratamiento1	5	4,70	6,70
tratamiento1	6	1,80	3,00
tratamiento1	7	2,21	2,10
tratamiento1	8	2,30	2,32
tratamiento1	9	1,75	1,50
tratamiento1	10	1,73	2,15
tratamiento1	11	1,38	1,48
tratamiento1	12	2,33	2,38
tratamiento1	12	2,06	5,40
tratamiento1	14	1,24	2,40
tratamiento1	15	2,00	2,58
tratamiento1	16	1,23	1,10
tratamiento1	17	0,83	0,90
tratamiento1	18	1,40	1,85
tratamiento1	19	1,06	0,90
tratamiento1	20	1,73	2,00
tratamiento2	1	1,00	1,10
tratamiento2	2	1,50	0,70
tratamiento2	3	2,30	1,90
tratamiento2	4	1,20	1,65
tratamiento2	5	2,00	2,21
tratamiento2	6	1,60	1,51
tratamiento2	7	0,90	1,09
tratamiento2	8	3,38	2,39

tratamiento2	9	2,00	3,10
tratamiento2	10	2,45	1,20
tratamiento2	11	3,07	2,70
tratamiento2	12	1,00	1,10
tratamiento2	12	0,70	1,10
tratamiento2	14	1,18	1,41
tratamiento2	15	1,72	1,30
tratamiento2	16	1,78	2,05
tratamiento2	17	1,90	0,75
tratamiento2	18	1,62	3,45
tratamiento2	19	1,20	1,10
tratamiento2	20	1,18	1,07
tratamiento3	1	1,50	1,00
tratamiento3	2	1,42	0,55
tratamiento3	3	2,03	1,32
tratamiento3	4	1,73	2,16
tratamiento3	5	1,54	0,80
tratamiento3	6	3,40	3,23
tratamiento3	7	2,54	1,92
tratamiento3	8	1,05	1,05
tratamiento3	9	1,80	1,90
tratamiento3	10	1,48	0,96
tratamiento3	11	3,60	1,06
tratamiento3	12	2,00	1,00
tratamiento3	12	2,72	2,44
tratamiento3	14	1,10	1,18
tratamiento3	15	1,44	0,67
tratamiento3	16	2,46	1,76
tratamiento3	17	2,24	0,95
tratamiento3	18	1,22	1,15
tratamiento3	19	1,00	1,51
tratamiento3	20	1,45	0,72
tratamiento4	1	1,10	1,72
tratamiento4	2	0,93	1,15
tratamiento4	3	2,05	1,84
tratamiento4	4	0,73	0,42
tratamiento4	5	1,00	0,73
tratamiento4	6	1,42	0,96
tratamiento4	7	1,38	1,52
tratamiento4	8	1,02	1,42
tratamiento4	9	1,67	1,14
tratamiento4	10	1,76	2,15
tratamiento4	11	1,46	1,62
tratamiento4	12	0,92	0,70
tratamiento4	12	1,23	1,14
tratamiento4	14	1,30	1,10
tratamiento4	15	1,00	0,60
tratamiento4	16	0,96	0,43
tratamiento4	17	0,90	0,64
tratamiento4	18	1,22	1,25
tratamiento4	19	0,80	0,63
tratamiento4	20	0,70	0,72
tratamiento5	1	0,90	0,72
tratamiento5	2	0,96	1,50

tratamiento5	3	1,08	1,23
tratamiento5	4	1,42	1,20
tratamiento5	5	0,78	1,03
tratamiento5	6	1,73	0,84
tratamiento5	7	1,24	1,43
tratamiento5	8	1,70	1,77
tratamiento5	9	2,71	2,88
tratamiento5	10	1,42	0,68
tratamiento5	11	0,86	1,25
tratamiento5	12	1,00	1,00
tratamiento5	12	1,08	0,62
tratamiento5	14	1,75	2,50
tratamiento5	15	1,02	0,58
tratamiento5	16	0,68	0,40
tratamiento5	17	0,88	0,78
tratamiento5	18	0,75	0,60
tratamiento5	19	0,58	0,44
tratamiento5	20	1,20	1,00
tartamiento6	1	0,60	0,45
tartamiento6	2	1,60	1,00
tartamiento6	3	1,80	4,00
tartamiento6	4	1,20	0,60
tartamiento6	5	2,38	1,76
tartamiento6	6	4,08	2,35
tartamiento6	7	1,60	0,83
tartamiento6	8	2,12	1,05
tartamiento6	9	0,50	0,45
tartamiento6	10	1,40	0,82
tartamiento6	11	1,60	1,32
tartamiento6	12	1,68	1,08
tartamiento6	12	1,12	0,50
tartamiento6	14	2,12	1,73
tartamiento6	15	1,58	1,10
tartamiento6	16	0,82	1,08
tartamiento6	17	1,32	1,65
tartamiento6	18	0,96	0,53
tartamiento6	19	0,50	0,40
tartamiento6	20	1,48	1,38

Análisis estadísticos descriptivos PSA-PSR

		N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
PSA 2-5	1,00	20	,6985	,18062	,04039	,6140	,7830	,30	,95
	2,00	20	,7085	,31418	,07025	,5615	,8555	,30	1,53
	3,00	20	,6335	,25322	,05662	,5150	,7520	,31	1,15
	4,00	20	,5805	,28186	,06303	,4486	,7124	,18	1,06
	5,00	20	,6030	,19913	,04453	,5098	,6962	,23	1,09

	6,00	20	,7180	,29341	,06561	,5807	,8553	,35	1,20
	Tot al	120	,6570	,25864	,02361	,6102	,7038	,18	1,53
PSR 2-5	1,00	20	,7815	,27040	,06046	,6549	,9081	,33	1,50
	2,00	20	3,351 5	11,92553	2,66663	-2,2298	8,9328	,09	54,00
	3,00	20	,7740	,32776	,07329	,6206	,9274	,20	1,42
	4,00	20	,6130	,33523	,07496	,4561	,7699	,12	1,26
	5,00	20	,7050	,24699	,05523	,5894	,8206	,33	1,30
	6,00	20	,7960	,27047	,06048	,6694	,9226	,44	1,35
	Tot al	120	1,170 2	4,87225	,44477	,2895	2,0509	,09	54,00
PSA 3-7	1,00	20	2,080 5	,93441	,20894	1,6432	2,5178	,83	4,70
	2,00	20	1,684 0	,70936	,15862	1,3520	2,0160	,70	3,38
	3,00	20	1,886 0	,74192	,16590	1,5388	2,2332	1,00	3,60
	4,00	20	1,177 5	,35973	,08044	1,0091	1,3459	,70	2,05
	5,00	20	1,187 0	,49784	,11132	,9540	1,4200	,58	2,71
	6,00	20	1,523 0	,80095	,17910	1,1481	1,8979	,50	4,08
	Tot al	120	1,589 7	,76393	,06974	1,4516	1,7278	,50	4,70
PSR 3-7	1,00	20	2,495 0	1,40722	,31466	1,8364	3,1536	,90	6,70
	2,00	20	1,644 0	,77808	,17398	1,2798	2,0082	,70	3,45
	3,00	20	1,366 5	,68044	,15215	1,0480	1,6850	,55	3,23
	4,00	20	1,094 0	,49555	,11081	,8621	1,3259	,42	2,15
	5,00	20	1,122 5	,65202	,14580	,8173	1,4277	,40	2,88
	6,00	20	1,204 0	,84144	,18815	,8102	1,5978	,40	4,00
	Tot al	120	1,487 7	,97262	,08879	1,3119	1,6635	,40	6,70

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
PSA 2-5	Inter- grupos	,348	5	,070	1,043	,396
	Intra- grupos	7,612	114	,067		
	Total	7,961	119			
PSR 2-5	Inter- grupos	114,661	5	22,932	,965	,443
	Intra- grupos	2710,260	114	23,774		
	Total	2824,921	119			
PSA 3-7	Inter- grupos	13,482	5	2,696	5,492	,000
	Intra- grupos	55,965	114	,491		

PSR 3-7	Total	69,447	119			
	Inter-grupos	28,453	5	5,691	7,712	,000
	Intra-grupos	84,121	114	,738		
	Total	112,573	119			

Datos estadístico descriptivos Long. de raíz en estado fenológico 2-5

LRAIZ

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1,00	20	327,6600	38,29307	8,56259	309,7383	345,5817	244,90	389,40
2,00	20	225,1400	36,96545	8,26573	207,8396	242,4404	157,00	307,70
3,00	20	316,3550	63,05655	14,09987	286,8436	345,8664	163,30	458,40
4,00	20	220,7400	63,92898	14,29495	190,8203	250,6597	125,60	326,60
5,00	20	288,8750	50,46588	11,28451	265,2562	312,4938	201,00	364,20
6,00	20	306,6200	39,11326	8,74599	288,3144	324,9256	235,50	376,80
Total	120	280,8983	64,97698	5,93156	269,1533	292,6434	125,60	458,40

Test of Homogeneity of Variances

LRAIZ

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2,582	5	114	,030

ANOVA

LRAIZ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	217941,537	5	43588,307	17,467	,000
Within Groups	284477,483	114	2495,417		
Total	502419,020	119			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: LRAIZ

	(I) TRAT	(J) TRAT	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	1,00	2,00	102,5200(*)	15,79689	,000	56,7284	148,3116
		3,00	11,3050	15,79689	,980	-34,4866	57,0966
		4,00	106,9200(*)	15,79689	,000	61,1284	152,7116
		5,00	38,7850	15,79689	,147	-7,0066	84,5766
		6,00	21,0400	15,79689	,767	-24,7516	66,8316
	2,00	1,00	-102,5200(*)	15,79689	,000	-148,3116	-56,7284
		3,00	-91,2150(*)	15,79689	,000	-137,0066	-45,4234
		4,00	4,4000	15,79689	1,000	-41,3916	50,1916

		5,00	-63,7350(*)	15,79689	,001	-109,5266	-17,9434
		6,00	-81,4800(*)	15,79689	,000	-127,2716	-35,6884
	3,00	1,00	-11,3050	15,79689	,980	-57,0966	34,4866
		2,00	91,2150(*)	15,79689	,000	45,4234	137,0066
		4,00	95,6150(*)	15,79689	,000	49,8234	141,4066
		5,00	27,4800	15,79689	,509	-18,3116	73,2716
		6,00	9,7350	15,79689	,990	-36,0566	55,5266
	4,00	1,00	-106,9200(*)	15,79689	,000	-152,7116	-61,1284
		2,00	-4,4000	15,79689	1,000	-50,1916	41,3916
		3,00	-95,6150(*)	15,79689	,000	-141,4066	-49,8234
		5,00	-68,1350(*)	15,79689	,000	-113,9266	-22,3434
		6,00	-85,8800(*)	15,79689	,000	-131,6716	-40,0884
	5,00	1,00	-38,7850	15,79689	,147	-84,5766	7,0066
		2,00	63,7350(*)	15,79689	,001	17,9434	109,5266
		3,00	-27,4800	15,79689	,509	-73,2716	18,3116
		4,00	68,1350(*)	15,79689	,000	22,3434	113,9266
		6,00	-17,7450	15,79689	,871	-63,5366	28,0466
	6,00	1,00	-21,0400	15,79689	,767	-66,8316	24,7516
		2,00	81,4800(*)	15,79689	,000	35,6884	127,2716
		3,00	-9,7350	15,79689	,990	-55,5266	36,0566
		4,00	85,8800(*)	15,79689	,000	40,0884	131,6716
		5,00	17,7450	15,79689	,871	-28,0466	63,5366
LSD	1,00	2,00	102,5200(*)	15,79689	,000	71,2265	133,8135
		3,00	11,3050	15,79689	,476	-19,9885	42,5985
		4,00	106,9200(*)	15,79689	,000	75,6265	138,2135
		5,00	38,7850(*)	15,79689	,016	7,4915	70,0785
		6,00	21,0400	15,79689	,186	-10,2535	52,3335
	2,00	1,00	-102,5200(*)	15,79689	,000	-133,8135	-71,2265
		3,00	-91,2150(*)	15,79689	,000	-122,5085	-59,9215
		4,00	4,4000	15,79689	,781	-26,8935	35,6935
		5,00	-63,7350(*)	15,79689	,000	-95,0285	-32,4415
		6,00	-81,4800(*)	15,79689	,000	-112,7735	-50,1865
	3,00	1,00	-11,3050	15,79689	,476	-42,5985	19,9885
		2,00	91,2150(*)	15,79689	,000	59,9215	122,5085
		4,00	95,6150(*)	15,79689	,000	64,3215	126,9085
		5,00	27,4800	15,79689	,085	-3,8135	58,7735
		6,00	9,7350	15,79689	,539	-21,5585	41,0285
	4,00	1,00	-106,9200(*)	15,79689	,000	-138,2135	-75,6265
		2,00	-4,4000	15,79689	,781	-35,6935	26,8935
		3,00	-95,6150(*)	15,79689	,000	-126,9085	-64,3215
		5,00	-68,1350(*)	15,79689	,000	-99,4285	-36,8415
		6,00	-85,8800(*)	15,79689	,000	-117,1735	-54,5865
	5,00	1,00	-38,7850(*)	15,79689	,016	-70,0785	-7,4915
		2,00	63,7350(*)	15,79689	,000	32,4415	95,0285
		3,00	-27,4800	15,79689	,085	-58,7735	3,8135
		4,00	68,1350(*)	15,79689	,000	36,8415	99,4285
		6,00	-17,7450	15,79689	,264	-49,0385	13,5485
	6,00	1,00	-21,0400	15,79689	,186	-52,3335	10,2535
		2,00	81,4800(*)	15,79689	,000	50,1865	112,7735
		3,00	-9,7350	15,79689	,539	-41,0285	21,5585
		4,00	85,8800(*)	15,79689	,000	54,5865	117,1735
		5,00	17,7450	15,79689	,264	-13,5485	49,0385

* The mean difference is significant at the .05 level.

LRAIZ

	TRAT	N	Subset for alpha = .05	
			1	2
Tukey	4,00	20	220,7400	
HSD(a)	2,00	20	225,1400	
	5,00	20		288,8750
	6,00	20		306,6200
	3,00	20		316,3550
	1,00	20		327,6600
	Sig.		1,000	,147

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 20,000.

Datos promedio

tratamiento	PSA2-5	PSR2-5	LR2-5	PSA3-7	PSR3-7
1	0,6985	0,7815	327,66	2,0805	2,495
2	0,7085	0,6785	225,14	1,684	1,644
3	0,6335	0,774	316,355	1,886	1,3665
4	0,5805	0,613	220,743	1,1775	1,094
5	0,603	0,705	288,88	1,187	1,1225
6	0,718	0,796	306,621	1,523	1,204

Rendimiento promedio

Tratamiento	Rendimiento
1	35,4
2	33
3	34,8
4	27,5
5	27,9
6	29,7

