

**EFFECTO DE LA INOCULACIÓN CON DIFERENTES CEPAS DE PGPR (RIZOBACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS) SOBRE LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE TRIGO**

Trabajo final de Grado  
del alumno

**LORCA, Juan Pablo**

N° de Legajo: 18560/1

Este trabajo ha sido presentado como requisito

para la obtención del título de

**UNNOBA**  
Ingeniero Agrónomo

*Reforma Universitaria*

**Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales.**

**Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires.**

**NOROESTE BUENOS AIRES**

Junín (B), 30 de mayo del 2022.

<b>Índice</b>	<b>2</b>
<b>Resumen</b>	<b>3</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>4</b>
<b>2. Hipótesis</b>	<b>8</b>
<b>3. Objetivo general</b>	<b>8</b>
<b>4. Objetivos específicos</b>	<b>8</b>
<b>5. Materiales y métodos</b>	<b>9</b>
5.1. Toma de datos	10
<b>6. Resultados</b>	<b>11</b>
6. 1. Emergencia	11
6. 2. Macollaje	13
6. 3. Rendimiento y parámetros de rendimiento	15
6. 3. 1. Espigas por metro lineal en un surco	15
6. 3. 2. Granos por espiguilla	16
6. 3. 3. Espiguillas por espiga	17
6. 3. 4. Granos por espiga	18
6. 3. 5. Rendimiento	19
6. 3. 6. Peso de mil semillas	22
6. 3. 7. Peso hectolítrico	24
6. 4. Calidad del grano	26
<b>7. Discusión</b>	<b>27</b>
<b>8. Conclusión</b>	<b>30</b>
<b>9. Bibliografía</b>	<b>31</b>

# EFFECTO DE LA INOCULACIÓN CON DIFERENTES CEPAS DE PGPR (RIZOBACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS) SOBRE LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE TRIGO

## RESUMEN

El trigo es un cereal originario del oeste de Asia que se cultiva desde hace más de 6000 años. En Argentina, se considera uno de los cultivos invernales más importantes ya que se destaca por su valor en la rotación, siendo imprescindible para recuperar nutrientes del suelo y asegurar su potencialidad. La demanda de trigo se incrementará a futuro. Para satisfacer dicha demanda el volumen de producción deberá incrementarse de manera sustentable. Una de las maneras por las cuales se están obteniendo mayores volúmenes de producción, además de la fertilización, es la inoculación con diferentes cepas bacterianas, y el efecto complementario de disminuir el uso de productos de síntesis química por una manera benéfica para el ambiente y rentable para los productores. El objetivo general del trabajo es evaluar el efecto de la inoculación con *Azospirillum brasilensis* y *Bacillus subtilis*, aplicados en forma individual y conjunta sobre la producción del cultivo de Trigo, en condiciones contrastantes de fertilización. Se evalúo el efecto de las cepas por medio de los componentes numéricos del rendimiento.

Los tratamientos inoculados y fertilizados mostraron leves tendencias para emergencia, rendimiento y calidad de grano, tanto para proteína como gluten.

**Palabras clave:** Trigo - PGPR - Inoculación - *Azospirillum* - *Bacillus*.

## 1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de trigo (*Triticum spp.*) es importante dentro de los cereales (maíz, arroz y cebada) por su gran diversidad de adaptación a distintos climas. Es ampliamente consumido desde la antigüedad, siendo su uso prioritario para la elaboración de productos alimenticios para el hombre; aunque también se lo utiliza como alimento para ganadería y como semilla. (Ramírez, 1998.)

El trigo común (*Triticum aestivum*) constituye uno de los cereales de mayor importancia alimenticia, que se cultiva extensivamente en una amplia gama de ambientes alrededor del mundo. (Iglesias e Iglesias, 1991.)

Para la campaña 2021/22 se esperaba un volumen que iguale al máximo histórico registrado hasta el momento (2018/19 19 millones de toneladas y un rinde medio de 31,2 qq/ha). Pero se logró superar ese máximo con una producción de 21,8 Mtn (Bolsa de cereales, 2022.)

La actividad biológica y microbiológica de los suelos tiene un papel preponderante en el logro de cultivos de alta producción. Los microorganismos en asociación con cultivos son importantes tanto tecnológicamente como para la evolución de las especies. Tecnológicamente, como insumos para mejoramiento de producción y el control ambiental y, desde el punto de vista de la evolución de las especies, a partir del mantenimiento de la biodiversidad y la sostenibilidad de los ecosistemas. (Osinski y col., 2003).

El mejoramiento en la calidad de la microflora de suelos agrícolas a partir de la incorporación de organismos seleccionados por sus funciones en diversos procesos que contribuyen con la implantación, desarrollo y producción de cultivos es una alternativa que contribuiría al logro de mejores cultivos. (Caballero, 1999.)

La rizosfera se caracteriza por presentar una alta concentración de nutrientes en comparación con el resto del suelo en respuesta a la presencia de compuestos liberados por las plantas. (Rovira, 1973.) En este ambiente se desarrollan microorganismos en cantidades muy superiores a las encontradas en el resto del suelo, muchos de los cuales presentan características de promoción del crecimiento vegetal que son deseables para el logro de

cultivos de alta productividad. Los mecanismos que explicarían las respuestas en desarrollo y producción de los cultivos a la inoculación con rizobacterias pueden ser directos al favorecer a las plantas mejorando su nivel de nutrición (incluyendo la disponibilidad de agua), facilitar la disponibilidad de nutrientes o incrementar la superficie de absorción de las raíces. También, los mecanismos descritos en relación a la actividad de rizobacterias pueden ser indirectos a través de la interacción con otros microorganismos de manera tal de facilitar el normal desarrollo de las plantas. (Dobbelaere y col., 2003.) Algunos de estos microorganismos han sido eficientemente aislados y multiplicados, permitiendo así la formulación de inoculantes para su aplicación en escala de producción. (Bashan, 1998.)

En los últimos años se ha difundido la utilización de inoculantes biológicos que han demostrado tener un efecto positivo sobre la eficiencia del uso de fertilizantes y un gran impacto sobre el rendimiento de muchos cultivos. (Nahas, 1996.)

Se denomina PGPR (por sus siglas en inglés, que significan plant growth promoting rhizobacteria) al tipo de bacteria o rizobacteria promotora del crecimiento vegetal, las cuales mostraron ser un organismo altamente eficiente para aumentar el crecimiento de las plantas e incrementar su tolerancia a otros microorganismos causantes de enfermedades. (Kloepper y col., 1995.)

Dentro de los PGPR están los microorganismos que se asocian con las raíces de las plantas de manera extracelular (ePGPR) y los que lo hacen de manera intracelular (iPGPR). (Martínez-Viveros y col., 2010) Dentro de los ePGPR se encuentran los géneros *Agrobacterium*, *Arthobacter*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Caulobacter*, *Chromobacterium*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Pseudomonas* y *Serratia*. Los iPGPR incluyen los endófitos *Allorhizobium*, *Azorhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Mesorhizobium* y *Rhizobium* y las especies de *Frankia*. (Bhattacharyya y Jha, 2012.)

Estas bacterias inducen el crecimiento vegetal en forma directa o indirecta. En general, la influencia directa incluye la producción de fitohormonas, la solubilización de fosfatos y de micronutrientes y la fijación biológica de nitrógeno. (Kumar y col., 2018.) Los efectos indirectos resultan de la modificación del ambiente rizosférico debido a la solubilización de fósforo, y a la

acción de las bacterias como biocontroladores de fitopatógenos mediante la liberación de sustancias como sideróforos, compuestos orgánicos volátiles (COVs), enzimas hidrolíticas, antibióticos y cianidas. (Kumar y col., 2018.)

También hay estudios que muestran que las plantas asociadas a las PGPR son afectadas en menor frecuencia por condiciones adversas tales como estrés hídrico, salino y térmico. (Goswami y Deka, 2020.) En particular, ante condiciones limitantes en la oferta normal de nutrientes, se ha observado que estos microorganismos mejoran la eficiencia de uso de los recursos disponibles en el suelo. (Cassán y Díaz-Zorita, 2016.)

Dentro de las PGPRs más utilizadas se encuentra las bacterias del género *Bacillus* son Gram positivas de crecimiento aeróbico o en ocasiones anaeróbico facultativo, morfología bacilar, movilidad flagelar, tamaño variable (0,5 a 10  $\mu\text{m}$ ), su crecimiento óptimo ocurre a pH neutro, presentando un amplio intervalo de temperatura de crecimiento, aunque la mayoría de las especies son mesófilas (temperatura entre 30 y 45°C), su diversidad metabólica está asociada a la promoción del crecimiento vegetal y control de patógenos. (Tejera y Hernández., 2011.)

Las bacterias del género *Bacillus* presentan mecanismos de acción que promueven el crecimiento vegetal y reducen las enfermedades ocasionadas por los hongos fitopatógenos mediante competencia por espacio y nutrientes, así como antibiosis. (Cabra y col., 2017.)

*Bacillus subtilis* presenta un efecto directo mediante la producción de fitohormonas, solubilización de fósforo, retención de hierro por sideróforos y fijación de nitrógeno. El efecto indirecto consiste en la movilización de nutrientes solubles, seguido por el mejoramiento de la absorción de plantas y la producción de antibióticos para hongos y bacterias. Esta especie presenta tres principales modos de acción: competencia, antibiosis y la inducción de la resistencia sistémica en plantas. (Lugtenberg y Kamilova , 2009.)

Otro género con buen desempeño en los cultivos de la familia gramíneas es *Azospirillum*, bacterias gran negativas, microaerofílicas, no fermentativas y fijadoras de nitrógeno de la familia de las *Rhodospirillaceae*. (Caballero, 1999.)

Las bacterias *Azospirillum* forman diferentes tipos de asociación en diversas especies vegetales. Inicialmente se creía que se encontraban solo en la rizosfera, pero más tarde se aislaron del suelo y también de ciertas cepas endofíticas, que son capaces de colonizar internamente la planta, suministrando nitrógeno con mayor eficiencia. (Assmus y col., 1995.) En la producción de trigo la inoculación con *Azospirillum spp.* es una práctica económicamente conveniente y se aplica principalmente como tratamiento a las semillas. (Mehnaz y col., 2010.) Al inocular con *Azospirillum spp.*, se observan mayores rendimientos y contenidos de proteína en grano, atribuidos a un incremento en la absorción radical de N. (Saubidet y col., 2002.) El mayor crecimiento inicial de las raíces contribuye a mejorar la eficiencia de uso del agua y el aprovechamiento de las fuentes de nutrientes de las que disponen las plantas. (Cassán y Díaz-Zorita, 2016.)

Estudios realizados por (García, 2003.) demostraron que la inoculación tuvo resultados significativos positivos sobre el rendimiento del cultivo de trigo. Aunque al considerar la aplicación conjunta de los inoculantes no se encontraron efectos aditivos y sólo se observaron incrementos significativos de rendimiento respecto del testigo.

En trigo, (Caballero y col., 1992.) observaron incrementos en el rendimiento desde 23 hasta 63%.

El uso de fertilizantes ha aumentado en nuestro país en estos últimos años, lo que hace importante intentar discriminar los efectos de estos microorganismos sobre el rendimiento de los cultivos bajo diferentes niveles de fertilización. Lo ideal sería que el efecto sobre el rendimiento atribuible al uso de biofertilizantes se sostenga ante niveles de fertilización química recomendables. (Ferraris y Couretot, 2007.)

Particularmente en el cultivo de trigo, según diversos ensayos llevados a cabo en la Agencia de Extensión Rural de San Antonio de Areco (INTA), se observó que inoculaciones con *B. subtilis* en semillas, previo a la siembra, permiten el aumento del crecimiento radical incrementando la exploración del suelo, mejorando el acceso al agua y a nutrientes limitantes para la normal producción de los cultivos. Demostraron mejoras en el promedio de los rendimientos, de aproximadamente 7%, con combinación con fertilización nitrogenada y fosforada, aplicándola tanto a la siembra como en fase vegetativa. En casos excepcionales se

han observado incrementos de rendimientos de hasta un 39 %, aplicando *B. subtilis*, en conjunto con *Azospirillum brasiliense*. (Santos, 2014.) A su vez en un ensayo comparativo de tratamientos de inoculación con *B. subtilis* en semilla con respecto a fungicidas químicos, se observaron incrementos del rendimiento mayores al 8% en el tratamiento con *B. subtilis*, siendo una práctica recomendable para su utilización.

Lo cierto, es que actualmente la información disponible sobre esta práctica no es abundante, por ello, es objetivo del presente estudio la inoculación con diferentes cepas PGPR en forma individual y conjunta, la interacción si existe con la fertilización en el cultivo de trigo, con la finalidad de lograr incrementos en el rendimiento del cultivo, disminuir costos de producción, como así también favorecer la calidad del suelo y medioambiente.

## **2. HIPÓTESIS**

La inoculación con PGPR en el cultivo de trigo genera mejoras en la producción permitiendo de esta manera disminuir la dosis de fertilizantes químicos y bajar los costos de producción.

## **3. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto de la inoculación con *Azospirillum brasilensis* y *Bacillus subtilis*, aplicados en forma individual y conjunta sobre la producción del cultivo de Trigo, en condiciones contrastantes de fertilización.

## **4. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Evaluar el efecto de la inoculación con 2 PGPR y la mezcla de ellas sobre la implantación y macollaje del cultivo.
- Evaluar el efecto de la inoculación con 2 PGPR y la mezcla de ellas sobre el rendimiento del cultivo.
- Evaluar el efecto de la inoculación con 2 PGPR y la mezcla de ellas sobre la calidad comercial del grano.



## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación tuvo lugar en el partido de Junín, Provincia de Buenos Aires, en parcelas ubicadas en la Estación Experimental campo “Las Magnolias” de la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA), situado en el kilómetro 146,5 de la Ruta Nacional N°188 (Las coordenadas geográficas son 34°28'49” S, 60°52'33” W). El establecimiento cuenta con suelo hapludol típico, perteneciente a la Serie Junín, con capacidad de uso III<sub>es</sub> y un índice de productividad de 62.

Se comenzó con la preparación del lote de siembra mediante el control químico de malezas utilizando glifosato y metsulfuron en dosis recomendadas por marbete en el periodo de barbecho, dado que el antecesor del lote era un cultivo de soja de primera. Se efectuó un análisis de suelo para conocer la fertilidad del suelo y a su vez, relacionarlo con los resultados. La siembra se realizó el día 27 de Julio de 2020 y junto a ella se efectuó una fertilización de base de 150 kg/ha (mezcla física 60/40 fosfato monoamónico y superfosfato triple) al voleo.

Se implantó trigo de ciclo vegetativo corto de la empresa Klein, variedad “VALOR”, con poder germinativo de 95%. La siembra se realizó de forma directa con una sembradora experimental perteneciente a la UNNOBA, que cuenta con 7 cuerpos a 0,2 metros. La profundidad de siembra fue de 3 cm y la densidad de 160kg/ha.

Al momento de macollaje o etapa 2 según escala Zadoks (Zadoks, y col., 1974.), en las parcelas correspondientes siguiendo el esquema de los tratamientos, se fertilizó al voleo con una dosis de 100 kg/ha de UREA.

Se trabajó en parcelas de 7 surcos por 7 metros de largo y 1,5 metros de ancho, con un distanciamiento entre hileras de 0,2 metros, con diseño en Bloques Completos Aleatorizados. La evaluación conto con 4 bloques y 6 tratamientos.

A cada parcela se la considero como una unidad experimental a la que se le asignó un tratamiento.

T1: Fertilización con N P + *Azospirillum brasilensis*.

T2: Fertilización con N P + *Bacillus subtilis*.

T3: Fertilización con N P + *Azospirillum sp.*+ *Bacillus sp.*

T4: Fertilización con NP Sin inocular.

T5: Sin N P + *Azospirillum sp.*+ *Bacillus sp.*

T6: Sin N P Sin inocular.

Quedando dispuestos de la siguiente manera:

Bloque 1	T3	T4	T2	T5	T1	T6
Bloque 2	T2	T6	T3	T1	T4	T5
Bloque 3	T1	T2	T5	T3	T6	T4
Bloque 4	T4	T1	T3	T6	T5	T2

\*T=Tratamiento

La dosis de inoculación fue de 800cm<sup>3</sup>/100kg (centímetros cúbicos por cada cien kilogramos de semilla) para *Azospirillum brasiliensis*, Y 300cm<sup>3</sup>/100kg (centímetros cúbicos por cada cien kilos de semilla) para *Bacillus subtilis*. La inoculación se realizó el mismo día de la siembra aplicando la dosis de cada cepa con una jeringa dentro de un recipiente que contenía las semillas a sembrar para lograr un mezclado óptimo y homogenizado de la aplicación.

Los inoculantes fueron provistos por la empresa Laboratorios ARBO de la ciudad de Junín, Buenos Aires.

A lo largo del ensayo se realizó el seguimiento del cultivo observando cualitativamente el estado sanitario del mismo.

## **5.1 TOMA DE DATOS**

- Al momento de la emergencia se evaluó la implantación del cultivo en las diferentes parcelas, cuantificando la cantidad de plantas emergidas.
- En etapa de macollaje se cuantificó la cantidad media de macollos por planta en cada tratamiento.
- La cosecha se llevó a cabo cuando la humedad del grano se aproximó a los 14% y se

realizó en forma manual tomando los 2 surcos del medio de las parcelas y cosechando 2 metros lineales (4 metros lineales total).

- Al momento de la cosecha se evaluó el número de espigas por metro cuadrado, en laboratorio se realizó la trilla manualmente y se cuantificaron los demás parámetros de rendimiento: número de espiguillas por espiga; número de semillas por espiguilla y peso de mil granos. Con los mismos se hizo el cálculo del rendimiento por superficie y luego llevado a hectárea.
- Finalmente se enviaron muestras de granos de los diferentes tratamientos a laboratorio para evaluar la calidad comercial de los mismos.

Concluido el ensayo experimental, los datos obtenidos se evaluaron a través del software InfoSTAT® (Di Rienzo y col., 2012.), ejecutando un análisis de varianza estándar.

## 6. RESULTADOS

### 6.1 EMERGENCIA

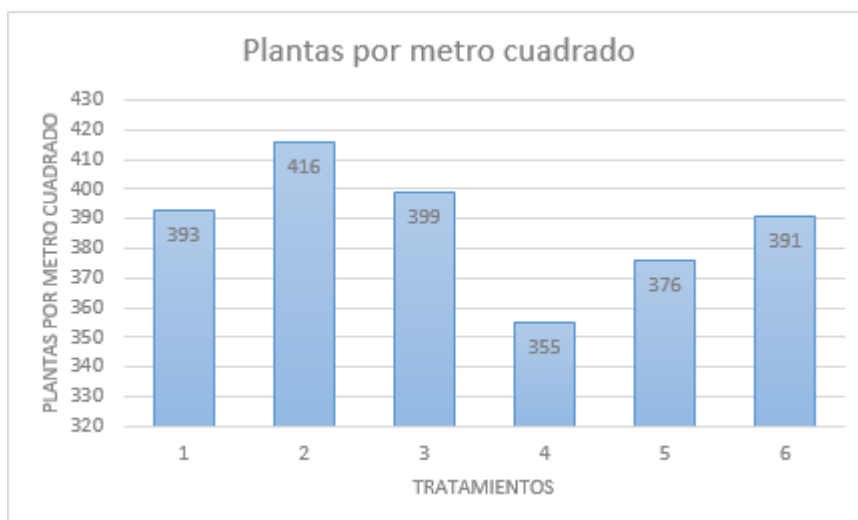
En la medición realizada a la emergencia se visualizaron diferencias para algunos de los tratamientos, el que más resalta su diferencia es el T2, correspondiente al inoculado con *Bacillus subtilis*.

Emergencia (Plantas / 2mts lineales) Fecha toma de datos:18/08/2020

Tratamientos	Repeticiones				Promedio	Pl/m2
	1	2	3	4		
T1	164	143	151	171	157,25	393

T2	165	152	186	164	166,75	416
T3	148	170	156	165	159,75	399
T4	127	144	128	172	142,75	355
T5	138	155	155	154	150,5	376
T6	142	162	134	149	146,75	391

**Tabla 1.** Valores promedio de emergencia y plantas por metro cuadrado de los diferentes tratamientos.



**Figura A. Plantas por metro cuadrado.** El grafico muestra las plantas por metro cuadrado con respecto a los tratamientos realizados.

El análisis ANOVA para la emergencia muestra diferencias significativas positivas para el tratamiento inoculado con *Bacillus sp.* y fertilizado.

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2323,67	8	290,46	1,69	0,1820
TRATAMIENTOS	1590,21	5	318,04	1,85	0,1638
BLOQUES	733,46	3	244,49	1,42	0,2758
Error	2581,29	15	172,09		
Total	4904,96	23			

**Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=19,77119**

Error: 172,0861 gl: 15

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
4	142,75	4	6,56	A	
6	146,75	4	6,56	A	
5	150,50	4	6,56	A	B
1	157,25	4	6,56	A	B
3	159,75	4	6,56	A	B
2	166,75	4	6,56		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

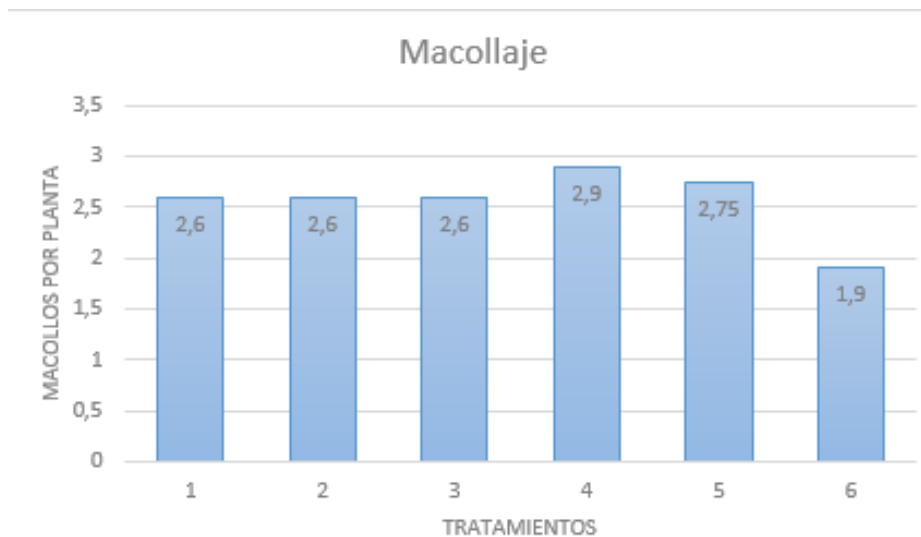
## 6.2 MACOLLAJE

Se observa una leve tendencia hacia el tratamiento con fertilización y no inoculado (T4)

Macollaje (Promedio de 5 Plantas / parcela) 21/09/2020

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	1	2	3	4	
T1	3,2	2,4	2,2	2,6	2,6
T2	2	2,2	3	3,2	2,6
T3	1,6	3,6	2,6	2,6	2,6
T4	3	3,2	2,4	3	2,9
T5	3,6	2,4	1,8	3,2	2,75
T6	2,2	2,2	2	1,2	1,9

**Tabla 2.** Valores promedio de la cantidad de macollos por planta en los diferentes tratamientos.



**Figura B. Macollaje.** El grafico muestra la cantidad de macollos por planta en los diferentes tratamientos.

El análisis ANOVA arroja diferencias significativas para el tratamiento testigo y el fertilizado sin inocular. Los demás tratamientos no tienen diferencias significativas.

#### Análisis de la varianza MACOLLOS

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RESULTADOS	24	0,35	0,01	24,85

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,25	8	0,41	1,02	0,4627
BLOQUE	0,77	3	0,26	0,64	0,6015
TRATAMIENTOS	2,49	5	0,50	1,25	0,3362
Error	5,99	15	0,40		
Total	9,24	23			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,95202**

Error: 0,3990 gl: 15

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
6	1,90	4	0,32	A	
2	2,45	4	0,32	A	B
3	2,60	4	0,32	A	B
1	2,60	4	0,32	A	B
5	2,80	4	0,32	A	B
4	2,90	4	0,32		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### **6.3 RENDIMIENTO Y PARAMETROS DE RENDIMIENTO** (Fecha cosecha 21/12/2020)

#### **6.3.1 ESPIGAS POR METRO LINEAL EN UN SURCO**

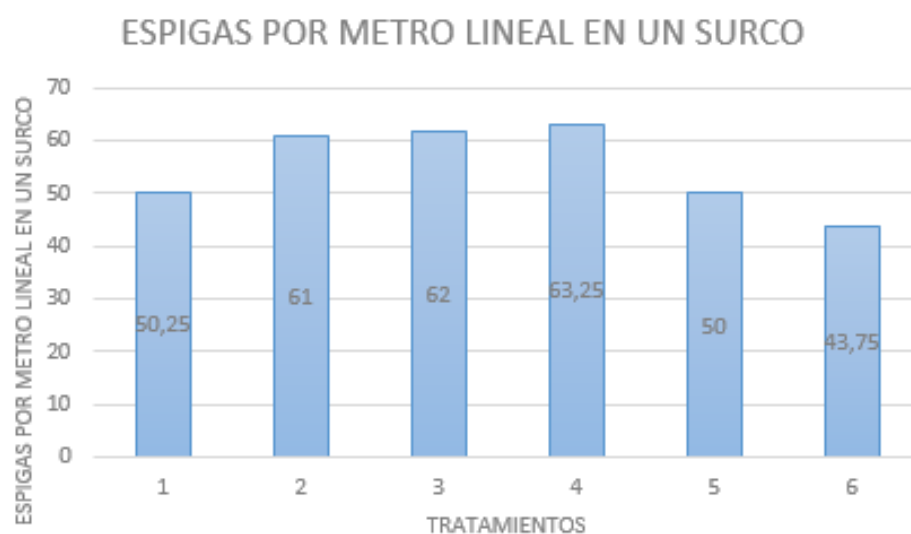
El tratamiento con fertilización y sin inocular (T4), nuevamente refleja valores levemente mayores a los demás tratamientos.

Espigas por metro lineal en 1 surco

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	1	2	3	4	
T1	48	52	56	45	50,25
T2	54	78	60	52	61

T3	59	72	59	58	62
T4	67	66	50	70	63,25
T5	50	45	63	42	50
T6	43	52	35	45	43,75

**Tabla 3.** Valores promedio de la cantidad de espigas en un metro lineal y un surco por tratamiento.



**Figura C. Espigas por metro línea en un surco.** El grafico muestra la cantidad de espigas por metro línea en un surco comparada en los diferentes tratamientos.

El análisis ANOVA para este parámetro de rendimiento arroja diferencias significativas para el tratamiento fertilizado sin inocular. El cual a su vez se diferencia estadísticamente del tratamiento testigo.

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ESPIGAS/M LINEAL	24	0,62	0,41	14,76

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1588,50	8	198,56	3,01	0,0315



BLOQUES	279,79	3	93,26	1,41	0,2781
TRATAMIENTOS	1308,71	5	261,74	3,96	0,0172
Error	990,46	15	66,03		
Total	2578,96	23			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=12,24708**

Error: 66,0306 gl: 15

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.			
6	43,75	4	4,06	A		
5	50,00	4	4,06	A	B	
1	50,25	4	4,06	A	B	
2	61,00	4	4,06		B	C
3	62,00	4	4,06		B	C
4	63,25	4	4,06			C

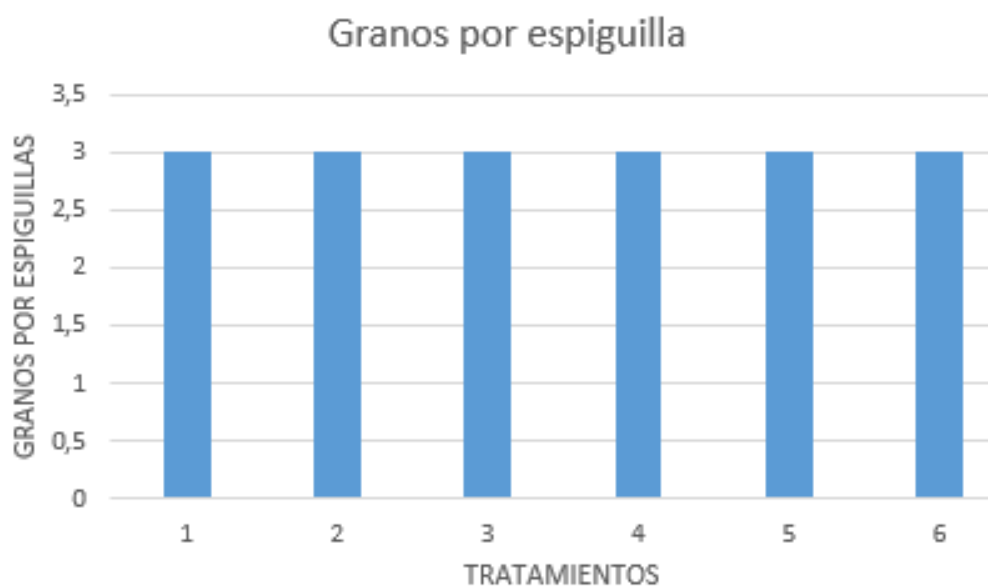
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### 6.3.2 GRANOS POR ESPIGUILLA

No se observan diferencias entre los tratamientos en los granos por espiguillas

TRATAMIENTOS	GRANOS POR ESPIGUILLA
T1	3
T2	3
T3	3
T4	3
T5	3
T6	3

**Tabla 4.** Valores promedio de los granos por espiguillas en los diferentes tratamientos.



**Figura D. Granos por espiguilla.** En el grafico se observan la cantidad de granos por espiguilla en los diferentes tratamientos.

### 6.3.3 ESPIGUILLAS POR ESPIGA

Solo los tratamientos con fertilización únicamente (T4) y el testigo total (T6) presentaron valores inferiores a los demás tratamientos.

TRATAMIENTOS	ESPIGUILLAS POR ESPIGA
T1	18
T2	18
T3	18
T4	17
T5	18
T6	16

**Tabla 5.** Valores promedio de las espiguillas por espiga en los diferentes tratamientos.



**Figura E. Espiguillas por espiga.** El grafico muestra los valores promedio de las espiguillas por espiga comparando los diferentes tratamientos.

#### 6.3.4 GRANOS POR ESPIGA

El tratamiento inoculado con *Bacillus subtilis* (T2) muestra valores levemente superiores a los demás tratamientos.

TRATAMIENTOS	GRANOS POR ESPIGA
T1	47
T2	50
T3	46
T4	46
T5	45

**Tabla 6.** Muestra los granos por espiga promedio de los diferentes tratamientos.



**Figura F. Granos por espiga.** El grafico muestra los valores promedio de los granos por espiga comparando los diferentes tratamientos.

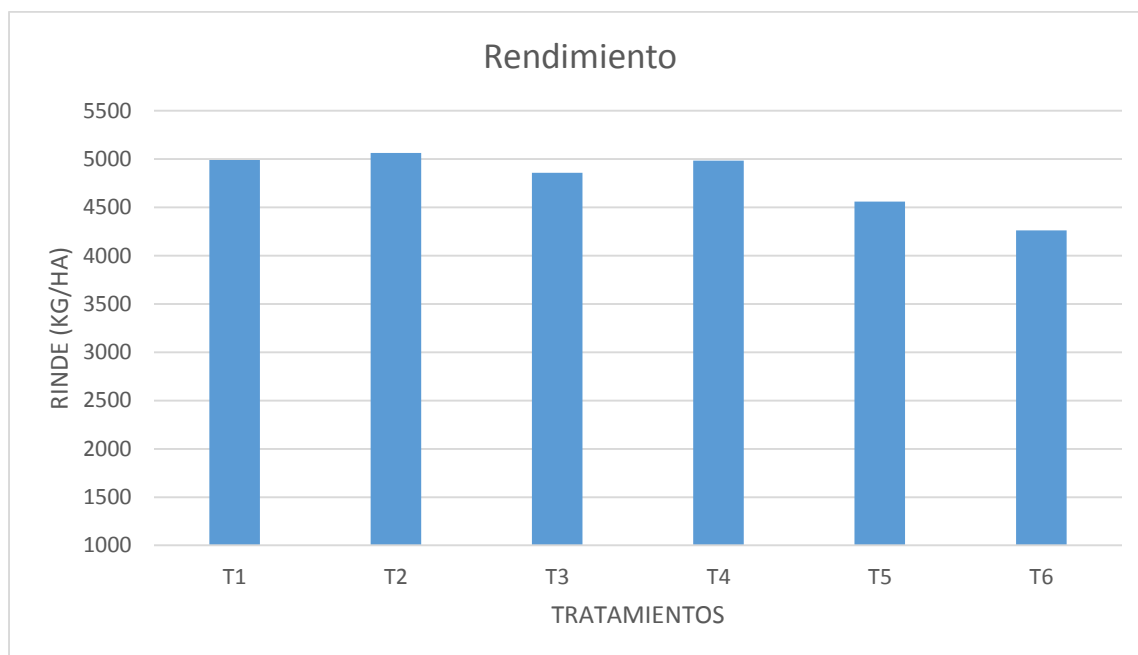
### 6.3.5 RENDIMIENTO

En la tabla a continuación se muestran los resultados obtenidos de rendimiento expresado en kilogramos por hectárea de cada tratamiento y el promedio total de rinde en el ensayo.

El tratamiento inoculado con *Bacillus subtilis* (T2) presenta los valores más altos comparado con los demás tratamientos, seguido por el tratamiento inoculado con *Azospirillum brasilensis* (T1).

Tratamientos	Rinde(kg/ha)
T1	4988,7
T2	5063,8
T3	4856,9
T4	4982,0
T5	4558,4
T6	4260,2
Promedio total	4776

**Tabla 7.** Valores promedio de rendimiento en kilogramos por hectárea.



**Figura G. Rendimiento.** El grafico muestra los valores promedio de rendimiento en kilogramos por hectárea de los diferentes tratamientos.

Comparando los tratamientos se puede observar mediante el análisis ANOVA que hay diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos con fertilización e inoculación.

**Análisis de la varianza RENDIMIENTO**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento (KG/HA)	24	0,56	0,32	7,87

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2662760,25	8	332845,03	2,36	0,0723
BLOQUE	981799,51	3	327266,50	2,32	0,1168
Tratamientos	1680960,74	5	336192,15	2,38	0,0883
Error	2116705,75	15	141113,72		
Total	4779466,00	23			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=566,16701**

Error: 141113,7165 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
6	4296,14	4	190,22	A	
5	4558,25	4	187,83	A	B
3	4856,75	4	187,83	A	B
4	4928,25	4	187,83		B
1	4988,75	4	187,83		B
2	5063,75	4	187,83		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

En la prueba de comparaciones múltiples “LSD Fisher” podemos observar que el tratamiento que obtuvo el mayor rendimiento T2 junto con el T1 y T4 en ese orden, es decir, los tratamientos “fertilizado y *B. subtilis*”, “fertilizado y *A. brasilense*” y “solo fertilizado” se separan estadísticamente del resto. Los tratamientos en que los que se evaluó la mezcla de

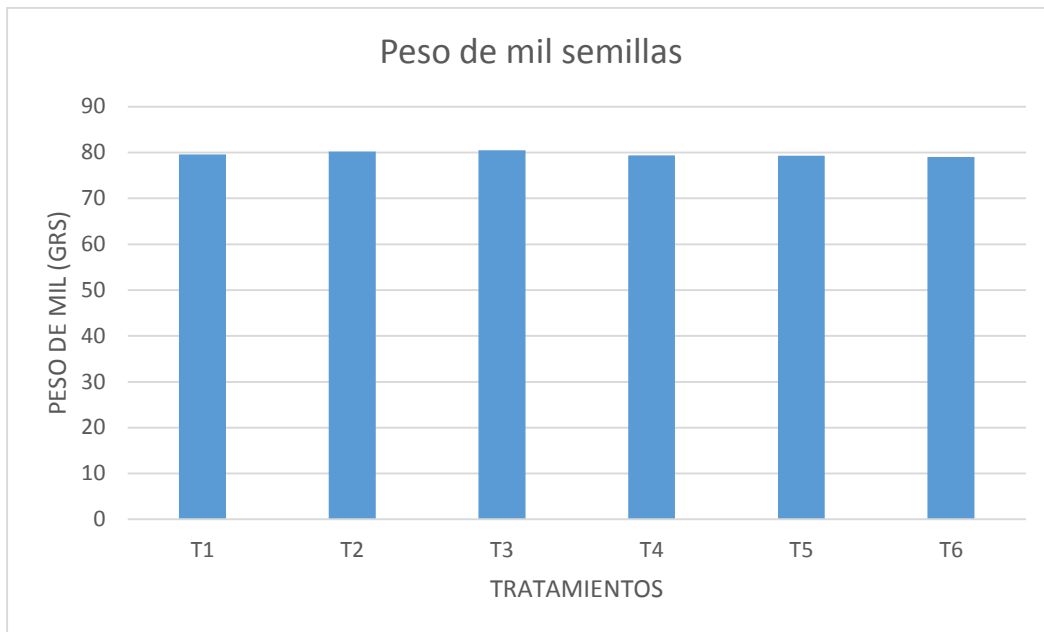
ambos promotores de crecimiento T3 y T5 no se diferenciaron estadísticamente del testigo total ni de los demás. Siendo el T5 el que menor rendimiento expreso de ellos. Finalmente, el testigo total fue el que menor rindió, con diferencia estadística sobre todo el resto del ensayo.

### 6.3.6 PESO DE MIL SEMILLAS

No se observan grandes diferencias entre los diferentes tratamientos, marcando una leve tendencia los tratamientos mezcla de las PGPR sin fertilizar (T5) y el testigo total (T6)

Tratamientos	Peso1000(gr)
T1	37,8
T2	38,9
T3	34,5
T4	37,95
T5	40,1
T6	40,05
Promedio total	38,22

**Tabla 8.** Valores promedio del peso de mil semillas expresados en gramos.



**Figura H. Peso de mil semillas.** El grafico muestra los valores promedio del peso de mil semillas expresado en gramos.

Así mismo en el análisis ANOVA se puede ver que no hay diferencias significativas en los tratamientos con fertilización. Pero, si hay diferencia significativa en el tratamiento que se fertilizo e inoculo con ambas cepas.

#### Análisis de la varianza PESO DE 1000

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso 1000 (gr)	24	0,51	0,24	8,58

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	165,05	8	20,63	1,92	0,1320
BLOQUE	83,29	3	27,76	2,58	0,0922
Tratamientos	81,75	5	16,35	1,52	0,2425
Error	161,43	15	10,76		



Total	326,47	23
-------	--------	----

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=4,94425**

Error: 10,7617 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
3	34,50	4	1,64	A	
1	37,80	4	1,64	A	B
4	37,95	4	1,64	A	B
2	38,90	4	1,64	A	B
5	40,10	4	1,64		B
6	40,53	4	1,66		B

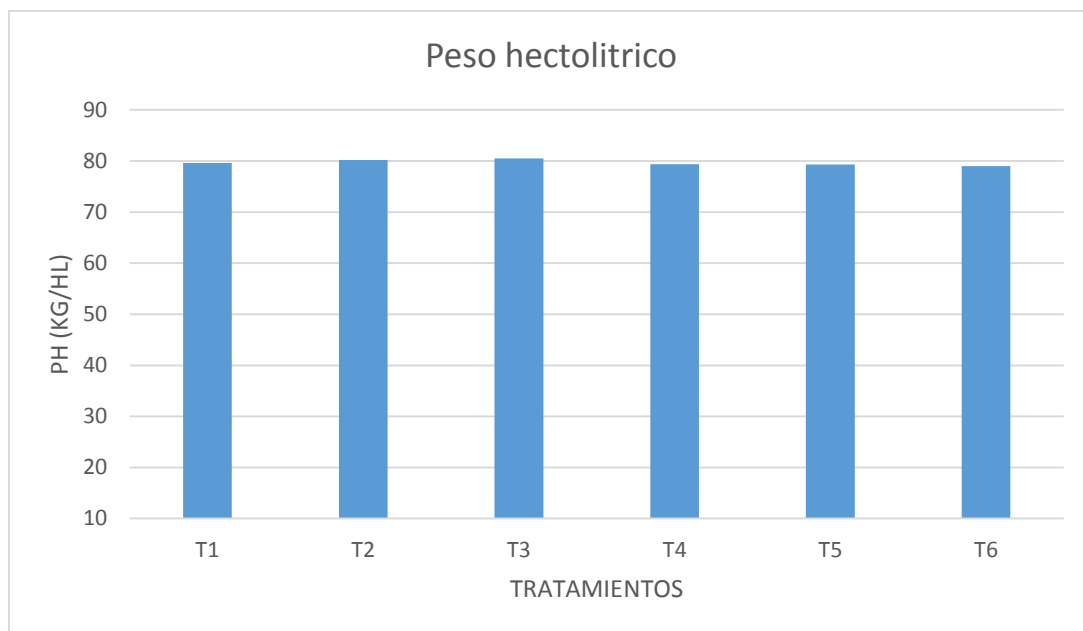
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### 6.3.7 PESO HECTOLÍTRICO

No se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Peso Hectolitrico (kg/hl)
T1	79,6
T2	80,2
T3	80,5
T4	79,4
T5	79,3
T6	79,0
Promedio total	79,6

**Tabla 9.** Muestra los valores promedio del peso hectolítrico expresado en kilogramos por hectolitros.



**Figura I. Peso hectolítico.** El grafico muestra los valores promedio del peso hectolítico en los distintos tratamientos expresados en kilogramos por hectolítico.

El análisis ANOVA no arroja diferencias significativas para los diferentes tratamientos.

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso hectolitrico (kg/hl)	24	0,42	0,11	0,92

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5,17	8	0,65	1,34	0,2973
BLOQUE	3,04	3	1,01	2,10	0,1432
Tratamientos	2,13	5	0,43	0,88	0,5151
Error	7,23	15	0,48		
Total	12,40	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,04643

Error: 0,4821 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
6	74,74	4	0,35	A
5	74,75	4	0,35	A
1	74,98	4	0,35	A
4	75,35	4	0,35	A
2	75,48	4	0,35	A
3	75,55	4	0,35	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## 6.4 CALIDAD DEL GRANO

A continuación, se observa una tabla con los valores de calidad analizados en el laboratorio de “Cargill Elevador Bragado” por el perito Facundo Aguilera que utilizó el equipo Perten Aquamatic 5200 para medir humedad, método rápido Nir equipo Foss 1241 InFratec para proteína, Glutomatic Perten método patrón para gluten húmedo y balanza Schopper para peso hectolitrico.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Grado	1	1	1	1	1	1
Proteína	12,20	12,30	12,40	12,20	11,50	11,00
Gluten	32,30	33,00	33,10	32,20	28,50	27,10
Peso hectolitrico	79,60	80,20	80,50	79,40	79,30	79,00
Materias extrañas	0,10	0,10	0,15	0,10	0,10	0,10
Granos dañados	0,40	0,30	0,20	0,20	0,30	0,60
Granos quebrados	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Granos panza blanca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20
Humedad	13,20	13,00	13,30	13,20	13,00	12,90

**Tabla 10.** La tabla muestra los valores de calidad del grano en los distintos tratamientos.

## 7. DISCUSIÓN

En este trabajo de investigación se procedió a la aplicación de PGPRs como *Azospirillum brasilensis* y *Bacillus subtilis* en forma individual y conjunta, con el objetivo de mejorar la producción y calidad del cultivo de trigo en condiciones contrastantes de fertilización. Para ello se evaluaron diferentes parámetros, los cuales se detallan y explican a continuación.

En cuanto a la emergencia se evaluaron las plantas por metro cuadrado en los diferentes tratamientos. El tratamiento inoculado con *Bacillus subtilis* y fertilizado con Nitrógeno más Fosforo (T2) es el que supero a los demás, tal como vemos en la tabla 1 y figura A. Esto se puede asociar al mayor crecimiento radical que incrementa la exploración del suelo, mejor captación de agua y nutrientes por efectos de la inoculación, tal como encontraron Mousegne y López de Sabando (2010). Por otra parte, el tratamiento que solo recibió fertilización y no fue inoculado (T4) es el que presento los menores valores.

En macollaje se observa grafica (Figura B) y estadísticamente por ANOVA diferencias significativas para el tratamiento testigo y el fertilizado sin inocular. El testigo arroja los valores más bajos, mientras que el fertilizado sin inocular los más altos. Esto puede deberse a que ese tratamiento fue el que menor plantas por unidad de superficie desarrollo, por lo que mediante la producción de macollos equipara de esta manera la superficie no ocupada por plantas. Por otro lado, como era de esperar y también observado por Ron y Loewy (2000), el cultivo responde positivamente a los mayores niveles de fertilización.

Luego del estadio vegetativo se tomaron los datos de cosecha y post-cosecha, tales como la cantidad de espigas por metro lineal en un surco y, así como observamos en el macollaje que el tratamiento 4 fue el que obtuvo los mayores valores, en espigas por metro lineal también se volvió a observar el mismo patrón (Figura C).

Se evaluó la cantidad de granos por espiguillas y no se encontraron diferencias entre los diferentes tratamientos, observándose para todas las unidades experimentales valores similares. (Tabla 4 y Figura D).

La cantidad de espiguillas por espiga fue otro parámetro evaluado, arrojando diferencias marcadas para el tratamiento testigo (T6) y el tratamiento que fue fertilizado y no inoculado (T4). Los demás tratamientos presentaron valores semejantes.

Con respecto a los granos por espigas el tratamiento fertilizado con N+P (Nitrógeno más fosforo) e inoculado con *Bacillus subtilis* (T2) presento valores de 50 granos/ espiga, siendo superior a los demás tratamientos. El tratamiento testigo (T6) nuevamente fue el que tuvo los valores más bajos con 44 granos/espigas. (Tabla 6).

Resultados similares fueron encontrados por Pilonetto (2017) donde tampoco ocurrieron diferencias estadísticas entre tratamientos con bacterias inoculadas en plantas de trigo. Allí el tratamiento con *B. subtilis* (aislado EBO2) fue el que tuvo el mayor número de granos/espiga: 33,85 mientras que las otras parcelas tratadas con *A. brasilense* y otras cepas de *B. subtilis* tuvieron valores similares.

El rendimiento del cultivo de trigo se vio afectado de forma positiva con la aplicación de las PGPR a diferencia de las cifras obtenidas en el testigo (Tabla 7 y Figura G) tal como encontró García (2003) y Caballero (1992). Los tratamientos inoculados con *Azospirillum sp.* y *Bacillus sp.* tuvieron valores de 4900 kilogramos por hectárea, muy por encima del testigo que arrojó 4260 kg/ha. Esto puede deberse a los numerosos beneficios que producen la aplicación de estas bacterias.

Si bien entre el tratamiento 4 (Fertilización con NP Sin inocular) y los tratamientos 1 (Fertilización con NP + *Azospirillum brasilensis*), 2 (Fertilización con N P + *Bacillus subtilis*) y 3 (Fertilización con N P + *Azospirillum sp.*+ *Bacillus sp*) no se observaron diferencias significativas, si es interesante la diferencia que se expresó entre el tratamiento 6 (Sin N P Sin inocular) y el tratamiento 5 (Sin N P + *Azospirillum sp.*+ *Bacillus sp*), demostrando de esta manera el efecto positivo que ejercen las PGPR sobre el cultivo.

Analizando el peso de mil semillas se constató que el trigo tratado con la mezcla de PGPR obtuvo un mayor peso de mil semillas con 40,1 gramos (Tabla 8 y figura H). Pero

el análisis ANOVA evidencia que hubo diferencia significativa para el tratamiento fertilizado e inoculado con *Azospirillum sp.*+ *Bacillus sp.* Otras investigaciones avalan estos resultados como la aplicación del promotor de crecimiento *Bacillus subtilis* generó una leve mejoría con respecto al tratamiento con fungicida y con el testigo (Mousegne y López de Sabando, 2011).

Entrando en lo que es calidad del grano, se analizaron diferentes parámetros en el laboratorio de “CARGILL ELEVADOR BRAGADO” con la metodología y equipos correspondientes. Dentro de los parámetros se encuentra el peso hectolitrico donde no se encontraron diferencias significativas para ninguno de los tratamientos, aunque el tratamiento fertilizado e inoculado con la mezcla de PGPR tuvo el mayor valor con 80,5 kilogramos por hectolitro, frente a 79 kg/hl que dio como resultado el tratamiento testigo y fue el menor valor (Tabla 9 y figura I).

El contenido de proteínas y la fuerza del gluten son dos de los principales criterios de calidad utilizados para predecir la calidad de la pasta de los cultivares de trigo duro (Matsuo y col.,1972). Según los datos presentados en la tabla 10, el contenido de proteína tuvo diferencias entre algunos tratamientos, pero los mayores valores los vemos reflejados en aquellos tratamientos tratados con PGPR y fertilizados. Como contraparte, el tratamiento testigo con un valor de 11 presentó el menor valor.

En cuanto al gluten el valor medio de los tratamientos es de 31 y es un excelente valor, dándole la característica de corrector. Es decir, es un Trigo que puede utilizarse para mezclarse con variedades con calidad muy inferior y obtener muy buenos valores para su venta a molinos. Nuevamente los tratamientos inoculados con PGPR y fertilizados tienen los valores más elevados.

Kayin y col. (2015) demostraron que las aplicaciones de fertilización con nitrógeno y fosforo y *Bacillus sp.* aumentaron el contenido de proteína del grano de trigo para todos los niveles y también generó el aumento del contenido de gluten húmedo por la aplicación de PGPRs en 3,21%, 8,66% 17,06% y 11,74% al aumentar la dosis del fertilizante respectivamente, considerándose significativamente importante.

En cuanto a calidad comercial, evaluando los resultados obtenidos nos encontramos con que los 6 tratamientos son definidos como grado 1. Entre los diferentes

tratamientos, se destaca el tratamiento 3 (Fertilización con N P + *Azospirillum sp.*+ *Bacillus sp.*) dado que tiene los valores más altos de proteína y gluten.

Tal como encontró Fontanetto y col. (2009), podemos ver que el uso de PGPRs incrementan la producción del cultivo.

## 8. **CONCLUSIÓN**

La inoculación con PGPRs en el cultivo de trigo demostró una tendencia positiva leve hacia la velocidad de emergencia, pero no se visualizaron diferencias significativas en cuanto a la cuantificación de macollos. Por otra parte, en rendimiento se encontraron diferencias significativas entre el tratamiento testigo y los tratamientos fertilizados e inoculados, pero no se puede asegurar que ese incremento sea solo por la acción de las PGPRs, ya que interviene otra variable que es la fertilización.

En el análisis de calidad de grano se observó una leve tendencia hacia el tratamiento inoculado con mezcla de PGPRs y fertilización, tanto para gluten como proteínas.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, si bien no son contundentes estadísticamente, se observan tendencias promisorias a favor del uso de las PGPR, con lo que sería recomendable seguir investigando en diferentes campañas, ambientes y variedades de trigo, teniendo en cuenta los factores ambientales cambiantes de cada año.

Cobra esencial importancia ecológica continuar estudiando los promotores de crecimiento biológicos para maximizar la producción de los cultivos, disminuyendo los impactos nocivos en el ambiente.

## **BIBLIOGRAFIA:**

Assmus, B., Hutzler, P., Kirchhof, G., Amann, R., Lawrence, J.R. y Hartmann, A. (1995), *Localización in situ de Azospirillum brasilense en la rizosfera del trigo con sondas oligonucleotídicas dirigidas a ARNr marcadas con fluorescencia y microscopía láser confocal de barrido*. *Appl. Environ Microb.*, 61, 1013-1019.

Bhattacharyya P., Jha D. (2012). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28(4):1327-1350.

Bashan Y. (1998). Inoculants of plant growth-promoting bacteria for use in agriculture. *Biotechnol. Adv.*, 16: 729-770.

Bolsa de cereales. (2022). Cierre de campaña: récord de producción para el trigo 2021/22 ¿Cuál será su aporte a la economía?. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. Consultado 19 de Mayo de 2022. Disponible en <https://www.bolsadecereales.com/post-26>.

Cassán F. y Diaz-Zorita M. (2016). *Azospirillum* sp. in current agriculture: From the laboratory to the field. *Soil Biology and Biochemistry*, 103, 117–130. doi: 10.1016/j.soilbio.2016.08.020

Caballero J. (1999). *El género Azospirillum*. Cuernavaca, México. Consultado 21 de Octubre de 2019. Disponible en <http://www.biblioweb.tic.unam.mx/libros/microbios/Cap10/>.

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

Cabra-Cendales, Rodríguez-González, Villota-Cuasquer, Tapasco-Alzate, 4 and Hernández-Rodríguez(2017). Bacillus effect on the germination and growth of 5 tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L). *Acta Biológica Colombiana* 22(1):37-44

Di Renzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzales L., Tablada M. y Robledo C.W. (2012).



(software estadístico). *Infostat*. Córdoba, Argentina. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. URL: <http://www.infostat.com.ar>

Dobbelaere S., Vanderleyden J., y Okon Y. (2003). Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere. *Crit. Rev. Plant Sci.*, 22: 107-149.

Ferraris G. y Couretot L. (2007). *Respuesta a la inoculación con micorrizas en trigo bajo dos niveles de nutrición fosforada*. INTA Ediciones. Publicaciones Regionales. Area de Desarrollo Rural, Proyecto Regional Agrícola, CERBAN, INTA EEA Pergamino.

Fontanetto H., Giannetto G., Weder E., Albrecht J., Meroi G., Rufino P. y Berrone G. (2009). EFECTO DE UN PROMOTOR BIOLÓGICO DEL CRECIMIENTO VEGETAL EN TRIGO.

García R. (2003). Efecto de la inoculación con bacterias promotoras de crecimiento sobre la producción de trigo. *INFORME TECNICO DEL CENTRO REGIONAL BUENOS AIRES NORTE*, (60), 197-200.

Goswami M. y Deka S. (2020). Plant growth-promoting rhizobacteria—alleviators of abiotic stresses in soil: A review. *Pedosphere*, 30 (1), 40–61. doi: 10.1016/ s1002-0160(19)60839-8.

Iglesias L. M. e Iglesias L. (1991). *Clasificación del comportamiento de variedades de trigo en cuba mediante el método de análisis de componentes principales*. Los Palacios, Pinar del Río, Cuba. Consultado 21 de Octubre de 2019. Disponible en <http://ediciones.inca.edu.cu/files/anteriores/1995/2/CT16216.pdf>

Kayin G. B., Akin H. F., Katkat A. y Turan M. (2015). Effect of *Bacillus subtilis* Ch-13, Nitrogen and Phosphorus on Yield, Protein and Gluten Content of Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*. 29(1):19-28.

Kloepper J. W., Raupach G.S. y Murphy J. F. (1995). *Biological control of cucumber mosaic cucumovirus in Cucumis sativus L. by PGPR- mediated induced systemic resistance.(Abstr.)*. *Phytopathology* 85:16167.

Kumar A., Singh V. K., Tripathi V., Singh P. P. y Singh A. K. (2018). Plant Growth-Promoting

Rhizobacteria (PGPR): Perspective in Agriculture Under Biotic and Abiotic Stress. En R. Prasad, S., Gill, S. y Tuteja, N. (Eds.), *New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering. Crop Improvement Through Microbial Biotechnology* (333–342). [Libro electrónico]. Elsevier. doi: 10.1016/b978-0-444-63987-5.00016-5.

Lugtenberg B. y Kamilova F. (2009). Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria. *Annual Review of Microbiology*, vol. 63, no. 1, pp. 541-556

Martínez-Viveros, Jorquera M.A., Crowley D.E., Gajardo G., Mora M.L. (2010). Mechanisms and practical considerations involved in plant growth promotion by rhizobacteria. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 10(3):293-319.

Mehnaz S., Kowalik T., Reynolds B. y Lazarovits G. (2010). Growth promoting effects of corn (*Zea mays*) bacterial isolates under greenhouse and field conditions. *Soil Biology and Biochemistry*, 42 (10), 1848–1856. doi: 10.1016/j.soilbio.2010.07.003.

Mousegne F. y López de Sabando. (2010). INTA SAN ANTONIO DE ARECO TRIGO: EFECTO DE TRATAMIENTOS DE SEMILLA CON FUNGICIDAS Y PROMOTORES DE CRECIMIENTO. Consultado el 03 de Noviembre de 2021.

[https://www.induagro.com.ar/pdf/ensayo\\_limite\\_inta.pdf](https://www.induagro.com.ar/pdf/ensayo_limite_inta.pdf)

Nahas E. (1996). Factors determining rock phosphate solubilization by microorganisms isolated from soil. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*. 12 (6): 567-572.

Santos P. (2014). Bacterias benéficas: promotores biológicos de crecimiento para el cultivo de trigo. Consultado el 4 de Octubre de 2020. <http://agriculturers.com/bacterias-beneficas-promotores-biologicos-de-crecimiento-para-el-cultivo-de-trigo/>

Saubidet M. I., Fatta N. y Barneix A. J. (2002). The effect of inoculation with *Azospirillum brasilense* on growth and nitrogen utilization by wheat plants. *Plant and Soil*, 245 (2), 215–222. doi:10.1023/a:1020469603941.

Osinski E., Miier U., Büchs W., Weickel J. y Matzdorf B. (2003). Application of biotic indicators for evaluation of sustainable land use - current procedures and future developments. *Agric.*

Ecosyst. Environ., 98: 407-421.

Pilonetto R.F. (2017). O uso de *Bacillus subtilis* no cultivo de trigo em curitibanos – SC. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, do campus Curitibanos da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Ramírez J. (1998). *Efecto del Algaenzim Sobre las Características del suelo, el Rendimiento y Contenido de Proteína en Grano de Trigo*. Buena Vista, Saltillo, Coahuila, México.

Rovira A. (1973). Zones of exudation along plant roots and spatial distribution of micro-organisms in the rhizosphere. *Pestic. Sci.*, 4: 361-366.

Ron M. y Loewy T. Modelo de fertilización Nitrogenada y fosforada para Trigo en el sudoeste bonaerense, Argentina. Consultado el 03 de Noviembre de 2021. [http://www.suelos.org.ar/publicaciones/vol\\_18n1/ron\\_44-49.pdf](http://www.suelos.org.ar/publicaciones/vol_18n1/ron_44-49.pdf)

Sundara B., Natarajan V., Hari K. (2002). *Influence of phosphorous solubilizing bacteria on the changes in soil available phosphorous and sugarcane and sugar yields*. *Field Crop Res.* 77:43-49.

Sivasakthi S., Kanchana D., Usharani G., Saranraj P. (2013). *Production of plant growth promoting substance by Pseudomonas Fluorescens and Bacillus subtilis isolated from paddy rhizosphere soil of Cuddalore district*. Tamil Nadu, India. *Int. J. Microbiol. Reso.* 4(3):227-233.

Tejera y Hernández y col. (2011). *Potencialidades del género Bacillus en la promoción del crecimiento vegetal y el control de hongos fitopatógenos*. *Revista CENIC Ciencias Biológicas.* 42:131-138.

Zadoks J., Chang,C.y Konzak. (1974). *A decimal code for the growth stages of cereals*. *Weed Research* 14:415-421.

## **Anexos:**

Tratamientos	Repeticiones			
	1	2	3	4
T1	4	2	3	3
T1	3	3	3	3
T1	3	2	2	2
T1	3	2	2	3
T1	3	3	1	2
T2	2	2	3	4
T2	3	1	3	4
T2	2	2	4	3
T2	2	3	3	3
T2	1	3	2	2
T3	2	4	3	3
T3	2	3	3	3
T3	2	4	3	2
T3	1	4	2	2
T3	1	3	2	3
T4	4	4	3	3
T4	3	4	3	3
T4	3	3	2	4
T4	3	3	2	3
T4	2	2	2	2
T5	4	3	1	4
T5	4	3	2	3
T5	3	2	2	3
T5	3	2	2	2
T5	4	2	2	4
T6	3	2	1	2
T6	2	2	2	1
T6	2	2	2	1
T6	2	2	2	1
T6	2	3	3	1

**Tabla A.** Valores de la cantidad de macollos por planta en los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Rendimiento (KG/HA)
T1	5516
T1	4921

T1	4643
T1	4875
T2	4773
T2	5034
T2	5210
T2	5238
T3	4739
T3	5011
T3	4773
T3	4904
T4	4429
T4	5210
T4	5210
T4	4864
T5	4824
T5	4900
T5	4002
T5	4507
T6	5006
T6	4666
T6	3696
T6	3673
Promedio total=	4776

**Tabla B.** Valores de rendimiento en kilogramos por hectárea.

Tratamientos	Peso 1000(gr)
T1	38
T1	37,2
T1	35,2
T1	40,8
T2	40,6
T2	42,8
T2	37,8
T2	34,4
T3	31,8
T3	36,4
T3	32,8

T3	37
T4	39
T4	35
T4	40,2
T4	37,6
T5	36,2
T5	44,8
T5	40,4
T5	39
T6	32,4
T6	47,2
T6	41,2
T6	39,4
Promedio total=	38,22

**Tabla C.** Valores del peso de mil semillas expresados en gramos