

**Informe Final**

**“Rendimiento en sorgo (*Sorghum bicolor* L.) asociado a diferentes dosis de fertilizante fosforado, fertilizante foliar, bioestimulantes y sus interacciones.”**



**Carrera: Ingeniería Agronómica**

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

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

**Junín, 14 de Noviembre de 2023**

## INDICE

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	3
<b>RESUMEN</b> .....	4
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	5
<b>HIPÓTESIS</b> .....	13
<b>OBJETIVOS</b> .....	13
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	14
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	22
<b>CONCLUSIONES</b> .....	34
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	36
<b>ANEXO I</b> .....	39
<b>ANEXO II</b> .....	43

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a los docentes de la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires por brindarme y enseñarme los conocimientos y herramientas para mi desarrollo profesional.

También quiero agradecer al Ingeniero Agrónomo Lucas Senigagliesi y su familia por brindarme su apoyo, conocimientos y el lugar en dónde realizamos el ensayo. No quiero dejar de mencionar al Ingeniero Agrónomo Esteban Martínez quien me brindó su apoyo con el análisis estadístico.

A cada uno de mis compañeros y amigos que han estado en cada momento de mi carrera. Al Ingeniero Agrónomo Esteban Chiminelli que me brindó su apoyo en todo momento.

Y finalmente a mi familia que me acompañó en cada momento y fue sostén cuando más lo necesitaba para poder lograr esta tan ansiada meta, que hoy junto a ellos puedo decir que lo logramos.

## RESUMEN

El sorgo es una especie originaria de África, adaptada a distintas regiones gracias al mejoramiento genético, y es uno de los cereales más importantes a nivel mundial después del maíz y la cebada.

En nuestro país, se siembran alrededor de 800.000 de hectáreas, apareciendo este cultivo como alternativa para lotes degradados y con bajas disponibilidades de agua, aunque tiene alta capacidad genética para generar buenos rendimientos, por lo que lograr una buena implantación y aportarle los nutrientes necesarios se vuelve fundamental para alcanzar óptimos rendimientos.

Por todo esto, en este trabajo se evaluó la respuesta de un cultivo de sorgo granífero en la localidad de Agustina (partido de Junín, Buenos Aires) ante el agregado de diferentes dosis de Fósforo (0P – 60P – 120P), Micronutrientes (Mastermins) y Promotores de crecimiento (Biopower). Se realizó un ensayo con parcelas subdivididas con 12 tratamientos y 3 repeticiones, donde la parcela principal fueron los distintos niveles de fósforo, la sub-parcela los promotores de crecimiento en semilla y la sub-subparcela la fertilización foliar.

Los resultados arrojaron que la densidad de plantas logradas se vio afectada negativamente por la utilización de PGPR. Sin embargo, las variables analizadas en estados vegetativos como la materia seca aérea en V4 y V6, y la materia seca de raíces en V4 fueron significativamente afectadas por los niveles de fertilización con Fósforo; sin encontrar diferencias para el uso de PGPR y Fertilización Foliar. Cuando se analizaron el rendimiento y sus componentes se obtuvieron diferencias significativas a favor del uso del Promotor de crecimiento sin encontrar diferencias significativas para Fósforo y Fertilización Foliar. Estos datos obtenidos son el resultado de un ensayo realizado en un ambiente de bajo potencial de rinde y durante una campaña marcada por períodos de déficit hídrico.

**Palabras clave:** sorgo, fertilización, fósforo, promotores de crecimiento, Azospirillum.

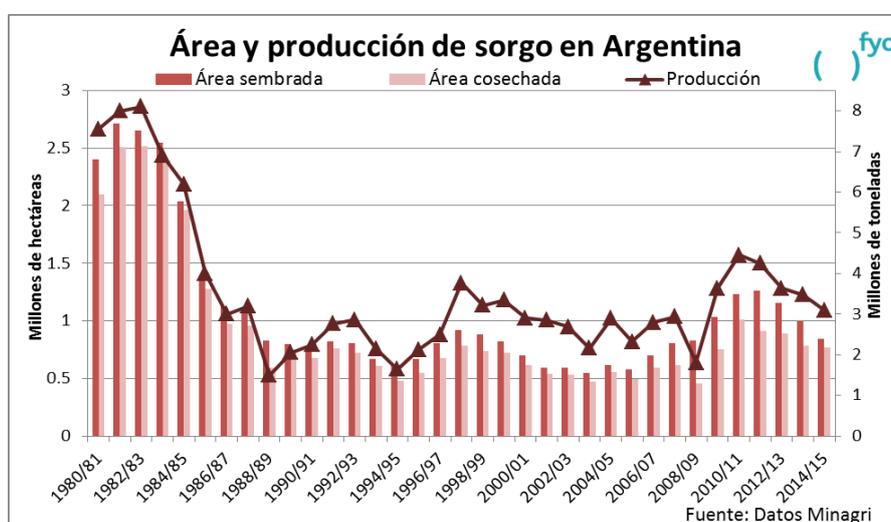
## INTRODUCCIÓN

El sorgo (*Sorghum bicolor* L.) es una gramínea de origen de África Central (Etiopía o Sudán) que ha sido adaptada, a través del mejoramiento genético, a una gran diversidad de ambientes, siendo considerado uno de los cultivos mundiales de seguridad alimentaria. Es por ello que en Argentina se adapta muy bien a la Región Pampeana de clima templado.

En el contexto mundial, de los denominados “granos forrajeros”, el sorgo ocupa el tercer lugar en volumen de producción, luego del maíz y la cebada, sobre un total de 1.320 millones de toneladas (Ministerio de Agroindustria, 2016).

El excelente potencial que ha demostrado el sorgo en diversas regiones de Argentina y la importancia del cultivo para el desarrollo de un sistema sustentable han incidido sobre el notable incremento en la superficie sembrada, así como en las exportaciones de este grano, ubicándolo en segundo lugar a nivel mundial luego de Estados Unidos.

En cuanto a la producción en Argentina, el pico máximo se produjo en la campaña 1982/83 con un volumen de 8,1 millones de toneladas, registrándose la producción más baja en la campaña 1988/89 con 150 mil tn (figura 1). Entre las principales causas que provocaron esta constante disminución en la superficie dedicada a la producción de sorgo, se pueden mencionar los bajos precios ofrecidos por el mercado y los cambios ocurridos en años recientes en el régimen de precipitaciones, que provocaron que se sembrara maíz en áreas donde anteriormente sólo podía cultivarse sorgo (Ministerio de Agroindustria, 2016).



**Figura 1.** Área sembrada y cosechada en millones de hectáreas; y Producción total de grano en Argentina en millones de Toneladas desde 1980 al 2015.

Si se analiza la distribución geográfica del cultivo en nuestro país, se encuentra que en la campaña 2014/15 la mayor superficie implantada se encontró en la provincia de Córdoba. De un total de 840.936 hectáreas en la provincia se implantó el 23%, luego le siguieron Buenos Aires y Santa Fe en donde la superficie destinada fue de 145 mil hectáreas aproximadamente (figura 2) (Agrofy, Especial Sorgo, 2016)

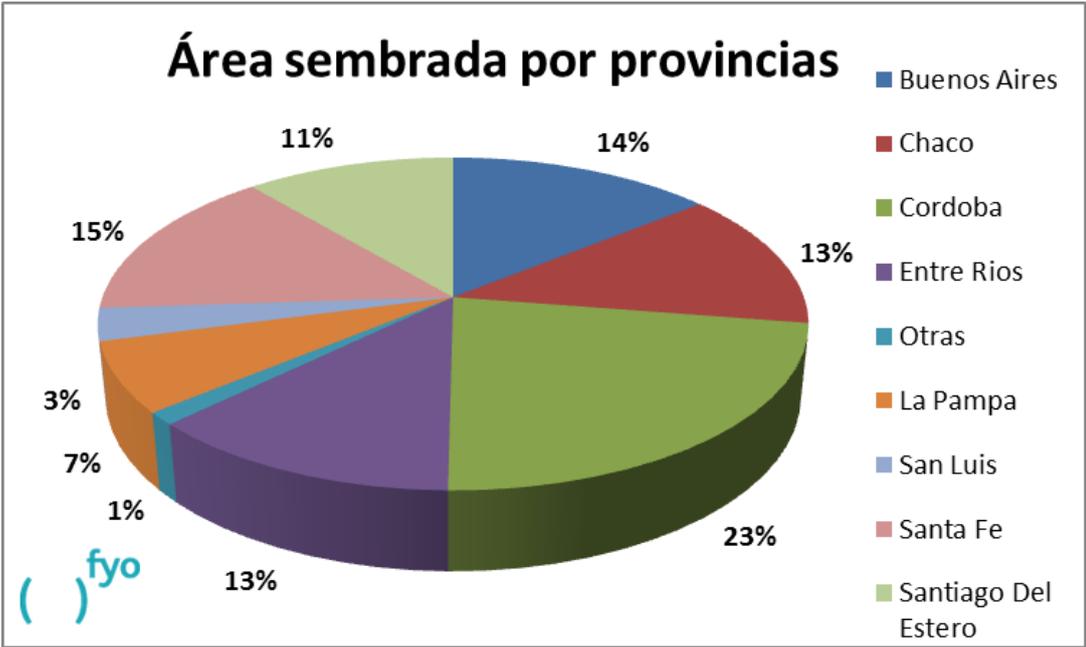


Figura 2. Área sembrada por provincia en Argentina (Agrofy, Especial Sorgo, 2016)

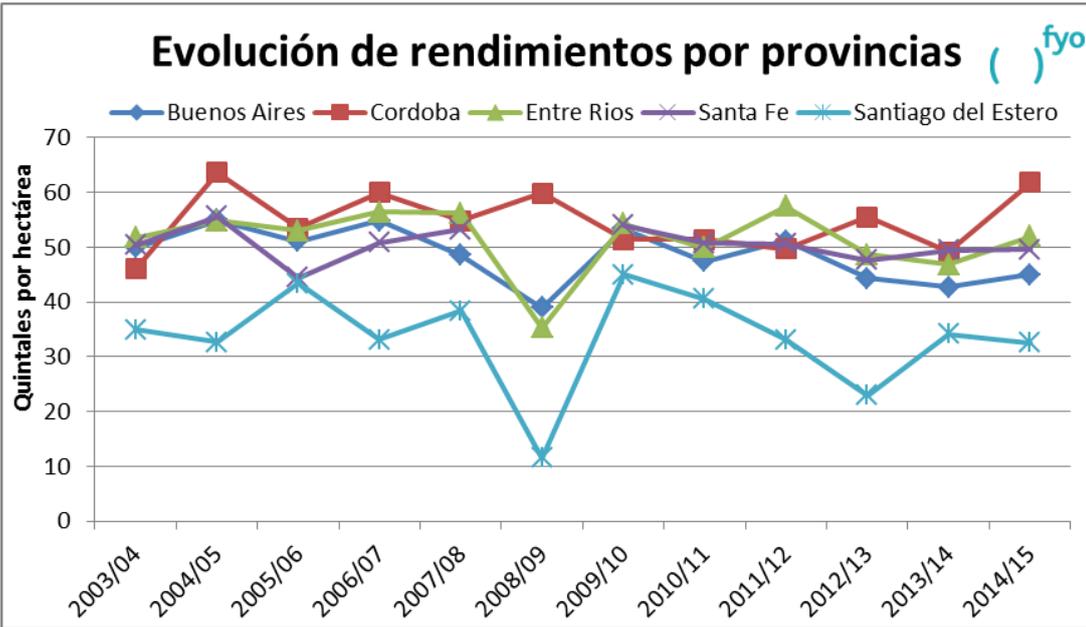


Figura 3. Se muestran los rendimientos del sorgo en grano por provincias desde 2003 al 2015 (Agrofy, Especial Sorgo, 2016)

Con respecto a los rendimientos de grano alcanzados por el cultivo, en la figura 3 se observa en la actualidad rendimientos medios que oscilan entre los 4.500 y 5.000 kg/ha en las regiones centro (Córdoba, Santa Fe y Entre Ríos) y sur (Buenos Aires) y 3.500 kg/ha en las regiones Norte (Chaco, Corrientes, Formosa, Santiago del Estero y Tucumán) y Oeste (La Pampa y San Luis). En la región centro se concentra, además la mayor superficie sembrada, superando las 500.000 has. En la zona norte de la Provincia de Buenos Aires se consiguen rindes normales de entre 6.000 y 9.000 kg ha según el manejo y la calidad de los lotes. (Carrasco N., Zamora M.y Melin A., 2011).

En los últimos años el sorgo se volvió aún más atractivo ganando superficie de siembra teniendo en cuenta la ocurrencia de sequías consecutivas en la zona núcleo del país (donde el cultivo muestra un comportamiento relativamente superior frente a otros como puede ser el maíz) y además por la suba de precio del grano debido al aumento de la exportación en cantidades significativas del mismo a China.

### **Cualidades del cultivo**

El cultivo de sorgo tiene la particularidad de aportar elevadas cantidades de rastrojo que contribuyen a mejorar la cobertura de los suelos. Además, presenta un sistema radical muy desarrollado y profundo que le permite muy buena exploración del perfil del suelo contribuyendo a mejorar la estructura del mismo, y sus condiciones físicas, químicas y biológicas. Es por esto que se presenta como una alternativa muy propicia para aquellos sistemas en que se desee mantener las buenas condiciones de fertilidad, como así también es un cultivo ideal para sistemas de producción bajo siembra directa. Otra característica interesante de este cereal es que logra una alta productividad con un consumo de agua mucho menor que el de otros cereales de verano y además posee una estrategia de latencia que le permite suspender el crecimiento hasta que se restablezcan nuevamente condiciones ambientales favorables.

La necesidad de incorporar materia orgánica a suelos degradados, la mejora de la estructura del suelo, la mayor estabilidad de rendimiento respecto a otros cultivos y la necesidad de los productores ganaderos de generar alternativas, lo hacen una opción muy interesante no solo como granífero, sino también como recurso forrajero y para otros usos alternativos (Carrasco N., Zamora M. y Melin A., 2011).

## **Usos del sorgo**

Para alimentación ganadera, este cereal puede usarse de diversas formas, tales como verdeo de verano bajo pastoreo directo, diferido, como reservas en forma de silo de grano húmedo y de planta entera o concentrado. Aunque, localmente el destino de este cereal ha sido la alimentación animal, en el mundo alrededor del 40% de la producción del sorgo granífero es destinado a la alimentación humana en la producción de alimentos y bebidas para el ser humano. El grano de sorgo posee la ventaja de carecer de prolaminas (proteína que forma el gluten), que sí están presentes en otros cereales como trigo, avena, cebada y centeno, haciéndolo apto para el consumo por personas celíacas (Carrasco N., Zamora M. y Melin A., 2011).

Este cultivo también puede utilizarse para transformarlo en energía, ya sea partir de sus granos para producción de etanol o a partir de biomasa de planta completa (Alegre, M.; Copia, P.; Giorda, L.M. 2012).

## **Demanda de agua**

El sorgo requiere un mínimo de 250 mm durante su ciclo para llegar a producir grano y pueden obtenerse buenos rendimientos con 350 mm. Pero, para lograr altas producciones, el requerimiento de agua varía entre 450 a 600 mm, dependiendo del ciclo del híbrido y de las condiciones ambientales.

Las mayores exigencias en agua comienzan unos 30 días después de la emergencia y continúan hasta el llenado de los granos, siendo las etapas más críticas las de panojamiento y floración, puesto que deficiencias hídricas en estos momentos producen importantes mermas en los rendimientos. A pesar que el sorgo tiene la capacidad de permanecer latente durante la sequía, para volver luego a crecer en períodos favorables, las situaciones de estrés modifican su comportamiento. Si este estrés se da inicio, se produce generalmente una prolongación del ciclo de cultivo, mientras que, si ocurre de manera tardía, genera una aceleración de la madurez de los granos. (Manual técnico del sorgo - Vía Rural en línea).

Esta tolerancia a la sequía se debe a la latencia ya mencionada y a diferentes factores enumerados a continuación (Colazo J.C. y col. 2012):

- a) Sistema radicular eficiente.
- b) Capacidad de transpiración relativamente pequeña en relación a la capacidad de absorción de las raíces.

- c) Capacidad para disminuir la transpiración durante períodos de estrés hídrico.
- d) Cobertura cerosa de los tallos y hojas que minimizan la pérdida de agua.

### **Demanda nutricional del cultivo de sorgo**

Un elemento clave a considerar para la obtención de una alta productividad del sorgo, tanto de biomasa aérea como de grano, es el manejo de la nutrición del cultivo. Una buena planificación comienza con la realización de un correcto diagnóstico, utilizando toda la información que pueda estar disponible (análisis de suelo y planta, historia agrícola, antecesores, fertilizaciones previas, mapas de rendimiento, mapas de suelo, etc.). El diagnóstico permite detectar qué nutrientes pueden aparecer como limitantes para la producción, teniendo en cuenta la potencialidad edafoclimática de la zona.

La demanda de nutrientes por parte del sorgo granífero, como ocurre en forma similar para los otros cultivos, es importante y variará de acuerdo a los rendimientos esperados. Aún con rendimientos medios, el sorgo requiere del aporte de abundantes cantidades de nutrientes para su desarrollo, parte de los cuales es restituida al suelo por el rastrojo y una gran proporción es exportado en el grano (Gambaudo Sebastián, 2008).

En la tabla 1 se puede ver la estimación de los nutrientes requeridos para diferentes rendimientos de sorgo granífero. (Fontanetto y Keller, 1999).

RENDIMIENTO	N	P	K	Ca	Mg	S
	Kg/Ha					
4000	125	22	100	23	20	18
6000	180	30	150	33	30	24
8000	250	39	210	45	43	40
10000	300	48	270	55	55	50

**Tabla 1** Requerimientos de nutrientes según el rendimiento en grano del sorgo

De las cantidades extraídas que se mencionan en la tabla anterior, la distribución porcentual entre el grano y el resto de la planta es el siguiente:

PARTE DE LA PLANTA	N	P	K	Ca	Mg
	%				
GRANOS	52	63	15	10	15
RASTROJOS	48	37	85	90	85

**Tabla 2** Porcentaje de los principales nutrientes en el grano y el rastrojo (Adaptado de Fontanetto y Keller, 1999).

En cuanto a la demanda de nutrientes durante el desarrollo del sorgo granífero, la gran necesidad se da a partir de V5 (20-30 días posteriores a emergencia) y hasta 10 días previos a floración, período en el cual el cultivo utiliza aproximadamente el 70% de los nutrientes requeridos. Por lo tanto, una buena provisión desde los primeros estados de desarrollo producirá una cantidad de área foliar suficiente para interceptar la mayor cantidad de la radiación incidente y asegurar así una alta eficiencia para transformarla en biomasa. (Fontanetto y Keller, 1999)

### **Fertilización Nitrogenada**

El Nitrógeno es el nutriente más comúnmente deficiente en la región pampeana. El sorgo requiere de grandes cantidades de nitrógeno, de manera semejante al maíz, por la gran producción de biomasa y rápido crecimiento. La buena provisión de Nitrógeno desde los primeros estadios permitirá al cultivo un rápido crecimiento y una buena suficiente área foliar para interceptar la mayor cantidad de radiación y así transformarla en biomasa. El balance de nitrógeno se ha convertido en el método de diagnóstico más utilizado. Se basa en la evaluación de las formas de N en el suelo disponibles para el cultivo y los requerimientos del cultivo de acuerdo al rendimiento esperado (demanda de N).

El momento oportuno de aplicación de los fertilizantes nitrogenados va desde la siembra hasta 8 a 10 hojas desarrolladas. Es importante considerar que aplicaciones de altas dosis de N pueden provocar pérdidas, principalmente por volatilización y lixiviación (lavado). Hasta un 30% del N aplicado se puede perder si se dan las condiciones favorables para que esto ocurra (Carrasco N., Zamora M.y Melin A., 2011).

### **Fertilización Fosfatada**

El fósforo es esencial para un crecimiento inicial vigoroso de las raíces y de la parte aérea; además es necesario para el almacenamiento y transferencia de energía en la planta así como para adelantar la madurez y reducción de la humedad del grano a cosecha. El sorgo es menos exigente que el maíz en los niveles de fósforo necesarios en la implantación para un normal crecimiento y producción. No obstante es importante considerar la fertilización fosfatada si se pretenden obtener buenos rendimientos.

La respuesta del sorgo a la fertilización fosfatada depende principalmente del nivel de P extractable del suelo. El nivel crítico de P (P-Bray 0-20cm) en el mismo para sorgo es de alrededor de 16 ppm (Bianchini y Fontanetto, 2014)

### **Aplicación de micronutrientes**

La aplicación foliar es un procedimiento utilizado para satisfacer los requerimientos de micronutrientes y aumentar los rendimientos y mejorar la calidad de la producción. Los principios fisiológicos del transporte de los nutrientes absorbidos por las hojas son similares a los que siguen por la absorción por las raíces. Sin embargo, el movimiento de los nutrientes aplicados sobre las hojas no es el mismo en tiempo y forma que el que se realiza desde las raíces al resto de la planta. Tampoco lo es la movilidad de los distintos nutrientes a través del floema. Entre las ventajas más frecuentemente mencionadas, se destaca que la fertilización foliar de micronutrientes ha demostrado ser positiva cuando las condiciones de absorción desde el suelo son adversas (por ejemplo: sequía, encharcamientos o temperaturas extremas del suelo). En este tipo de aplicación, las dosis son mucho menores que las utilizadas en aplicaciones vía suelo debido a la menor capacidad de absorción de las hojas en relación a las raíces. Además, es mucho más fácil obtener una distribución uniforme del producto, respecto a la aplicación de granulados o de mezclas físicas. La respuesta al nutriente aplicado es casi inmediata y consecuentemente las deficiencias pueden corregirse durante el ciclo de crecimiento.

Otra de las ventajas que se pueden mencionar es que la fertilización foliar tiene escaso efecto residual en los cultivos anuales, en particular afectan a los micronutrientes no móviles (Boro) que precisan de más de una aplicación. En cambio, aplicaciones frecuentes en cultivos perennes conducen a una acumulación en el suelo, lo que debiera disminuir su necesidad de aplicación anual. Cabe destacar, que las aplicaciones deben manejarse coordinadamente en función de la necesidad de otras pulverizaciones para no incurrir en mayores costos. En síntesis, la técnica de fertilización foliar, se ha adoptado particularmente para el suministro de micronutrientes por 1) las bajas cantidades implicadas en el suministro; 2) la uniformidad lograda al aplicar cantidades muy pequeñas, 3) la falta de contacto con el suelo, evitando la interacción por reacciones químicas con algunos micronutrientes, y 4) por el alto cociente de utilización entre las cantidades aplicadas y las absorbidas por las plantas (Melgar, R, 2005).

## **Efecto de la inoculación en sorgo**

Los suelos de la región de Agustina, prov. de Bs. As. poseen, en general, deficiencias en la disponibilidad natural de dos macronutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de los cultivos: el fósforo (P) y el nitrógeno (N). El N se encuentra principalmente en la materia orgánica, representando entre 0.03 y 0.35 % de la misma, hallándose casi completamente bajo formas químicas que no pueden ser tomadas directamente por los cultivos. Por lo tanto, debe transformarse a través de la actividad biológica y microbiológica dentro del suelo.

El suelo que se encuentra alrededor de las raíces se caracteriza por presentar una alta concentración de nutrientes, en comparación con el resto del suelo, como respuesta a la presencia de compuestos liberados por las raíces de las plantas. En este ambiente particular, se genera un lugar propicio para el desarrollo de gran cantidad de microorganismos, muchos de los cuales promueven el crecimiento de los cultivos, a través del incremento de la superficie de absorción de las raíces y/o facilitando la disponibilidad de nutrientes, favoreciendo así el desarrollo de cultivos de alta productividad. Dentro de todas las bacterias que se pueden encontrar en esta zona existe un grupo específico, que se han denominado de diversas formas, pero la más aceptada y difundida es la de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR). Estos organismos son altamente eficientes en el aumento del crecimiento de los cultivos y su tolerancia a otros microorganismos causantes de enfermedades. Estas bacterias específicas, para ser consideradas PGPR, deben presentar una serie de características: 1) alta densidad poblacional cerca de las raíces de los cultivos, luego de inoculada la semilla; 2) poseer una alta capacidad colonizadora sobre la superficie de la raíz; 3) influir positiva y significativamente sobre el crecimiento del cultivo; y 4) en lo posible, controlar de manera eficiente a otros microorganismos del suelo capaces de enfermar los cultivos. (Zamora, M y Carrasco N, 2012).

Por lo arriba expuesto, se pone en evidencia que, si bien hay estudios de respuesta del rendimiento de sorgo al agregado de fertilizante fosfatado, a nivel país no hay evaluaciones suficientes con respecto a la utilización de promotores de crecimiento del género *Azospirillum* y *Pseudomonas* aplicados a la semilla como así tampoco del uso de micronutrientes foliares y su interacción con el agregado de fósforo. Es por eso que se decidió llevar adelante el presente trabajo con el fin de

evaluar la respuesta del cultivo de sorgo en el Norte de la Provincia de Buenos Aires ante el agregado de diferentes dosis de Fósforo, Micronutrientes y Promotores de crecimiento.

## **HIPÓTESIS**

**H1-** El rendimiento del cultivo de sorgo responde positivamente al uso de manera conjunta de fósforo, de fertilizantes foliares (Fertilizante foliar Mastermins Plus de Stoller) y promotores de crecimiento (Biopower de Barenbrug).

**H2-** Existe una correlación positiva entre la respuesta en estado vegetativo con la respuesta en rendimiento de grano.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Evaluar la respuesta de un cultivo de sorgo en el Norte de la Provincia de Buenos Aires ante el agregado de diferentes dosis de Fósforo, Micronutrientes y Promotores de crecimiento.

### **ESPECÍFICOS**

- Evaluar la repuesta del cultivo de sorgo en estado vegetativo a diferentes dosis de fertilización fosfatada, de promotores de crecimiento del género Azospirillum y Pseudomonas, aplicados a la semilla y al uso de fertilizante foliar con micronutrientes.

- Evaluar la respuesta al rendimiento de grano de sorgo a diferentes dosis de fertilización Fosfatada, a promotores de crecimiento del género Azospirillum y Pseudomonas aplicados a la semilla y al uso de fertilizante foliar con micronutrientes.
- Evaluar si existe correlación entre la respuesta de los tres factores mencionados en estado vegetativo y el rendimiento del grano.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en un establecimiento agropecuario de la localidad de Agustina, Partido de Junín, Provincia de Buenos Aires.

El suelo pertenece a la Serie Saforcada, y fue clasificado como Hapludol Éntico (tabla 1). Es un suelo profundo, arenoso, con escaso desarrollo, de aptitud agrícola que se encuentra en un paisaje ondulado, ocupando algunas de las crestas de lomas y medias lomas de la Subregión Pampa Arenosa, algo excesivamente drenado, con pendiente predominante de 0-1 % (hasta 3 % en pendientes muy cortas).

Horizontes	Ap	A	AC	C
Profundidad (cm)	0-16	16-38	38-73	73-140
Arcilla < 2 $\mu$ (%)	8,5	9,5	8,8	8
Limo 2-20 $\mu$ (%)	-	-	-	-
Limo 2-50 $\mu$ (%)	9,3	9,5	8	6,4
AMF 50-75 $\mu$ (%)	-	-	-	-
AMF 75-100 $\mu$ (%)	-	-	-	-
AMF 50-100 $\mu$ (%)	67,7	66,4	67,6	69,4
AF 100-250 $\mu$ (%)	14,5	14,6	15,6	16,2
AM 250-500 $\mu$ (%)	0	0	0	0
AG 500-1000 $\mu$ (%)	0	0	0	0
AMG 1-2 mm (%)	0	0	0	0

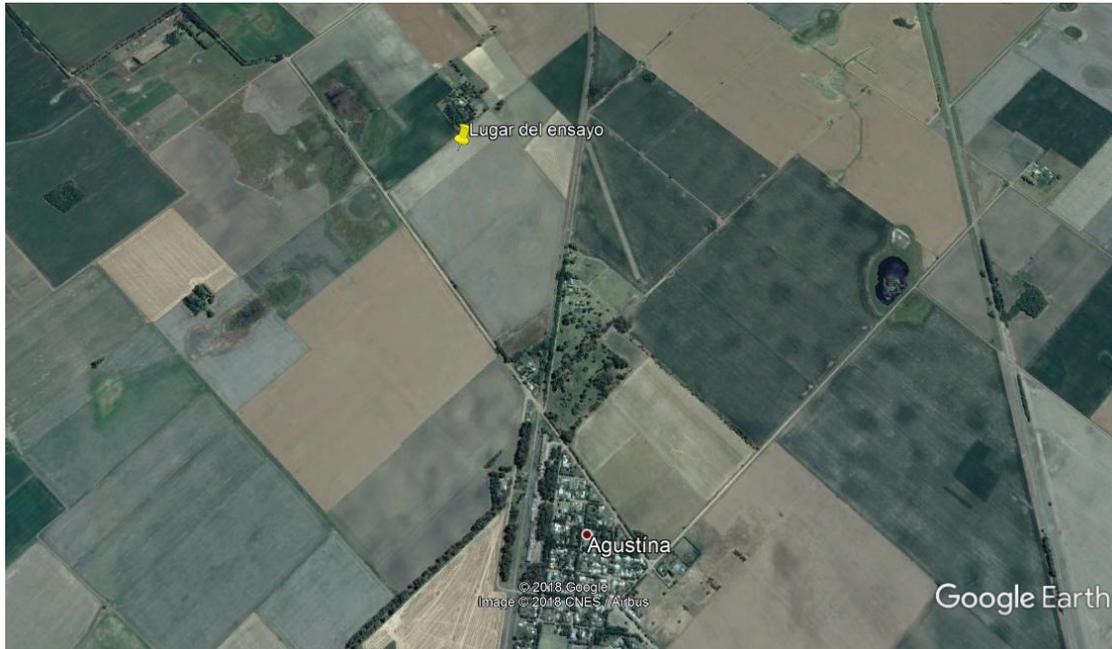
**Tabla 1.** Características del suelo Serie Saforcada.

### Lugar del ensayo (foto de Google Earth)

En la Figura 1 se muestra el lugar del ensayo, correspondiente a las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud= 34°26'31.34"Sur

Longitud= 61°04'20.87"Oeste



**Figura 1.** Lugar del ensayo vista desde Google Earth

El tamaño del ensayo contó con 16,8 m de ancho por 120 metros de largo y cada parcela fue de 2,8 metros de ancho por 20 metros de largo.

Los tratamientos fueron:

- Aplicación de Fósforo en tres dosis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, usando como fuente Fosfato Monamónico en 0, 60 y 120 kg/ha.

- Aplicación de Biopower como inoculante de semilla que contiene a las bacterias *Pseudomonas fluorescens* y *Azospirillum brasilense*. Con dos niveles con y sin tratamiento. Para esto el día de la siembra se utilizó un trompo hormigonero para realizar el tratamiento de las semillas respetando las recomendaciones y dosis del producto en cuestión.

- Aplicación de fertilizante foliar Mastermins Plus (N 10% - P 1,7% - K 4,9% - Mg 1% - B 0,5% - Mn 2% - Mo 0,05% - Zn 4%) con 3 lt/ha en estado de V4. Con dos niveles con y sin tratamiento.

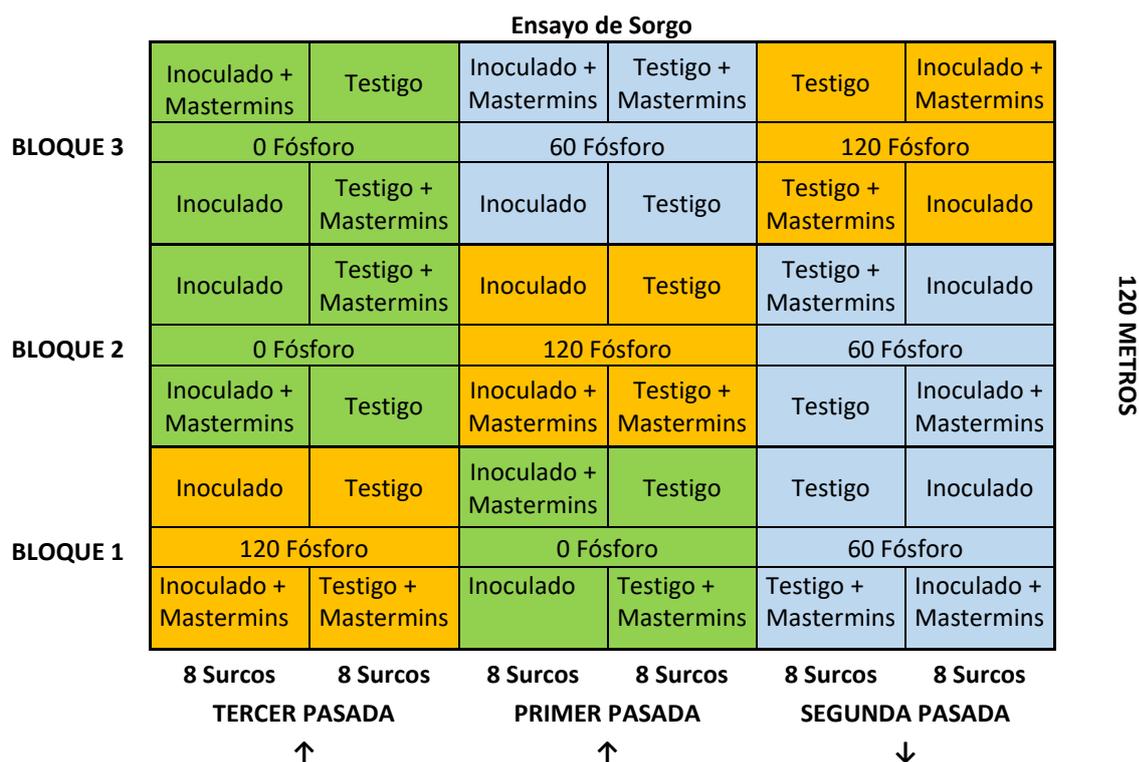
En la tabla 2 se detallan los 12 tratamientos realizados.

Tratamientos	Descripción
T1	0P - Con Biopower y sin Mastermins
T2	120P - Con Biopower y sin Mastermins
T3	60P - Con Biopower y Sin Mastermins
T4	120P - Sin Biopower y Con Mastermins
T5	120P - Con Biopower y Con Mastermins
T6	60P - Sin Biopower y Sin Mastermins
T7	60P - Con Biopower y Con Mastermins
T8	0P - Con Biopower y Con Mastermins
T9	60P - Sin Biopower y Con Mastermins
T10	120P - Sin Biopower y Sin Mastermins
T11	0P - Sin Biopower y Con Mastermins
T12	0P - Sin Biopower y Sin Mastermins

**Tabla 2.** Tratamientos realizados

El diseño experimental cuenta con parcelas subdivididas con 12 tratamientos y 3 repeticiones en el cultivo de sorgo granífero. Donde la parcela principal fueron los distintos niveles de fósforo, la sub-parcela los promotores de crecimiento en semilla y la sub-subparcela la fertilización foliar.

El siguiente esquema, muestra cómo se realizó el ensayo.



Las parcelas fueron enumeradas según se detalla en la tabla N° 3.

B l o q u e  1	1	120 P + Biopower + Master
	2	120 P + Testigo + Master
	3	0 P + Biopower
	4	0 P + Testigo + Master
	5	60 P + Testigo + Master
	6	60 P + Biopower + Master
	7	60 P + Biopower
	8	60 P + Testigo
	9	0 P + Testigo
	10	0 P + Biopower + Master
	11	120 P + testigo
	12	120 P + Biopower
B l o q u e  2	13	0 P + Biopower + Master
	14	0 P + Testigo
	15	120 P + Biopower + Master
	16	120 P + Testigo + Master
	17	60 P + Testigo
	18	60 P + Biopower + Master
	19	60 P + Biopower
	20	60 P + Testigo + Master
	21	120 P + Testigo
	22	120 P + Biopower
	23	0 P + Testigo + Master
	24	0 P + Biopower
B l o q u e  3	25	0 P + Biopower
	26	0 + Testigo + Master
	27	60 P + Biopower
	28	60 P + Testigo
	29	120 P + Testigo + Master
	30	120 P + Biopower
	31	120 P + Biopower + Master
	32	120 P + Testigo
	33	60 P + Testigo + Master
	34	60 P + Biopower + Master
	35	0 P + Testigo
	36	0 P + Biopower + Master

**Tabla 3.** Enumeración de las parcelas

La siembra se llevó a cabo el día 13 de Noviembre de 2012 con una sembradora de 16 surcos a 35 cm de distancia entre hileras.

La fertilización nitrogenada se realizó con 150 kg de urea pura (46-0-0) en todas las parcelas para estandarizarla.

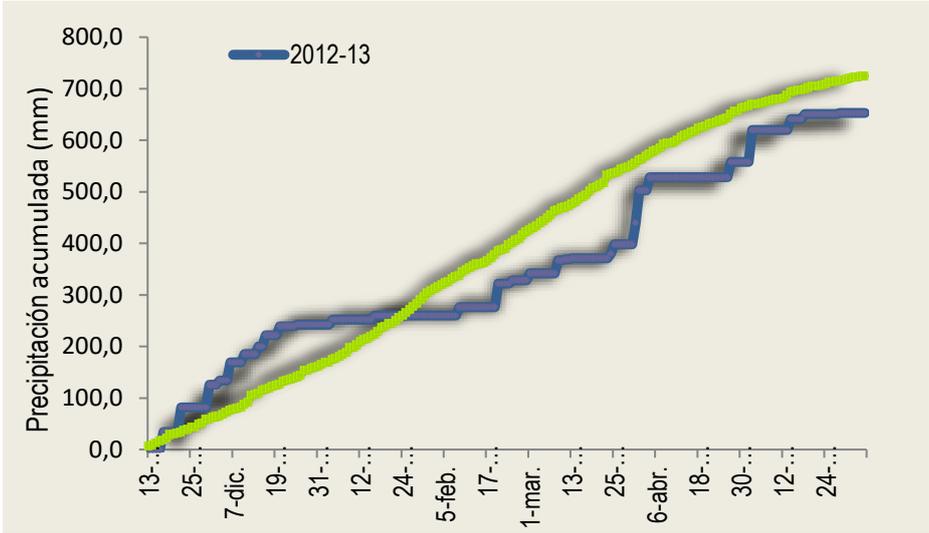
El material vegetal empleado para los ensayos fue el híbrido PANNAR 8907 T de ciclo intermedio curado con Concep.

### **Manejo del lote**

El cultivo antecesor fue Trigo/Soja. Se aplicó barbecho químico de 1,5 kg/ha de Glifosato Granulado y 1 kg/ha de Atrazina al 90%.

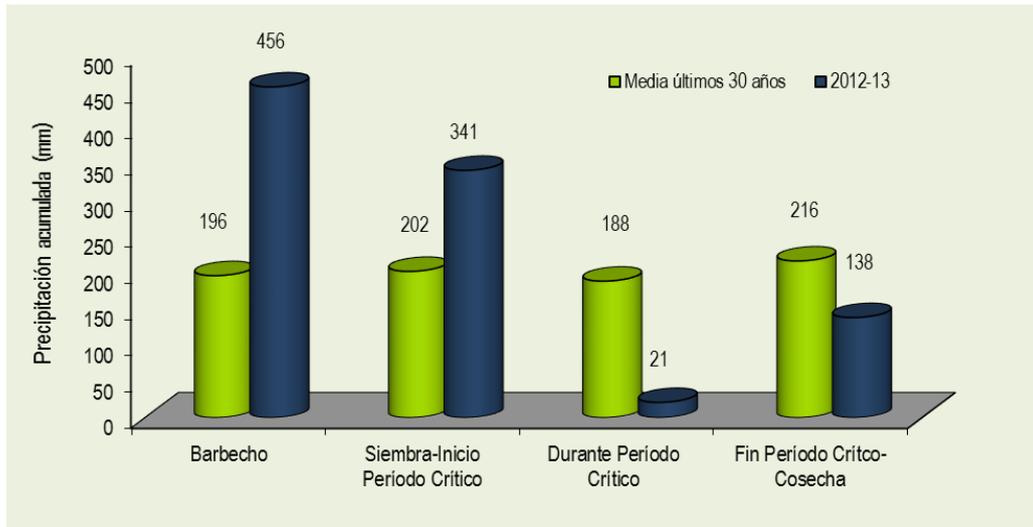
Se hizo una aplicación Pre-siembra con 1,5 kg/ha de Glifosato Granulado, 1.10 kg/ha de Atrazina al 90%, 1 l/ha de S-Metolaclor, 250 cc/ha de 2.4D Sal Amina y 150 cc/ha Cipermetrina.

En cuanto a las precipitaciones, en la figura 1 se muestran los valores registrados durante el ensayo, que fueron menores en comparación con un año promedio.



**Figura 1.** La línea azul indica las precipitaciones durante el ensayo y en verde las precipitaciones promedio históricas.

Del análisis de estos datos para el periodo 2012-2013, en el cual se llevó a cabo este ensayo, surge que el promedio de precipitaciones fue muy por debajo del promedio histórico (figura 2). En particular, hubo escasez de precipitaciones desde fin de diciembre hasta fin de febrero, afectando de manera negativa a prácticamente todo el periodo crítico del cultivo.



**Figura 2.** Precipitaciones durante el ciclo del cultivo. En verde se observan las precipitaciones medias de los últimos 30 años y en azul durante el ciclo del cultivo.

### **Determinaciones realizadas**

Se llevó a cabo un muestreo de suelo en cada bloque a 0-20cm, para poder analizar carga de bacterias (*Azospirillum* y *Pseudomonas*) y de fósforo Bray. Este procedimiento se realizó con un barreno, tomando al menos 15 piques de cada bloque. Para el análisis correspondiente, las muestras se enviaron al Laboratorio de Suelofertil Pergamino. En particular, para la evaluación de la carga de bacterias se enviaron las muestras al laboratorio de Barenbrug Palaversich, el cual realiza el método adaptado de Rodríguez-Cáseres (1982), Fallik, y col. (1988) y Molina y col. (2000). Este método consiste en la incubación con agitación durante 5 minutos a 160 rpm, en 90 ml de solución fisiológica estéril con 10 gr de cada muestra de suelo. Posteriormente, se procede a realizar diluciones seriadas de cada muestra ( $10^2$ ,  $10^3$ ,  $10^4$  y  $10^5$ ) y se hacen por triplicado. Se hacen dos repeticiones de cada bloque. Los medios utilizados para realizar los recuentos y aislamientos fueron: agar nutritivo, agar soja Tripteina (TSA), agar Saboureaud y agar cetrimida.

Se tomaron muestras de semilla inoculada para analizar carga de bacterias y se enviaron al mismo laboratorio donde se analizaron las muestras de suelo, este análisis consiste en la desorción de las semillas de sorgo en 100mL de solución fisiológica estéril, agitando la suspensión durante 50 minutos. Luego se realiza una dilución  $10^{-2}$  en agua destilada estéril. A partir de este tubo se sembró 0,1 ml, por triplicado. La siembra se realiza en placas de Petri conteniendo medio Rojo Congo para realizar el

recuento de Azospirillum y en medio Agar Cetrinida para el recuento de Pseudomona. La lectura se llevó a cabo el cuarto día de incubación.

En cuanto al ensayo a campo, se midió la densidad de plantas logradas a los 20 días de siembra, para esto se tomaron 3 metros lineales de cada surco y se repitió 3 veces. Posteriormente, se midieron los siguientes parámetros:

- la altura de la planta en V4: se tomaron 15 plantas de cada parcela al azar y se sacó el promedio.
- peso fresco y seco de la parte aérea y radicular en V4: se extrajeron con una pala 15 plantas al azar de cada parcela y luego se pesaron la parte aérea por un lado y la radicular por otro. Para el peso seco se secó en estufa.
- Peso fresco y seco de la parte aérea en V6. En este caso se cortaron al ras del suelo 15 plantas al azar de cada parcela y se tomaron los datos. Para el peso seco se secó con una estufa.
- Densidad de panojas por metro cuadrado a cosecha tomando los 4 surcos centrales de cada parcela por 10 metros lineales. Para ello se cosecharon manualmente 40 panojas que se tomaron al azar, se midió densidad de panojas en cada parcela, se desgranaron y se tomó humedad con higrómetro Delver 1021. Luego de este procedimiento se corrigió la humedad para todas las parcelas y se hizo peso de mil semillas. Se calculó el rendimiento por Hectárea tomando el peso de cada panoja en promedio por las panojas por metro cuadrado.

Durante todo el ciclo del cultivo y con el fin de evitar la incidencia en el rendimiento, se llevaron a cabo monitoreos de factores no deseados como por ej. aparición de malezas o insectos.

### **Análisis estadístico**

Con el fin de evaluar todos los parámetros mencionados, se llevó a cabo un análisis de la varianza (ANOVA) la cual es una técnica estadística que se utiliza para comparar la media de tres o más grupos y determinar si existen diferencias significativas entre ellas. Tomando que es significativa cuando el p-valor es menor a 0.05.

Luego para cada variable con p-valor menor a 0.05 se realizó un Test LSD (Least significant difference) de Fisher que es un test de comparaciones múltiples y que permite comparar las medias de los t niveles de un factor.

Se llevó a cabo un análisis estadístico de los datos utilizando el programa InfoStat (2008).

En primer lugar, se hizo un análisis de la variancia bajo el siguiente modelo teórico:

$$Y_{ijkl} = \mu + \text{Rep } i + \text{Inoc } j + \text{Rep*Inoc } ij + P \text{ } k + P*\text{Inoc } jk + \text{Rep*P*Inoc } ijk + \text{Fert } F \text{ } l + P*\text{Fert } F \text{ } jl + \text{Inoc*Fert } F \text{ } kl + P*\text{Inoc*Fert } F \text{ } jkl + e_{ijkl}$$

En segundo lugar, se realizó un análisis de correlación de Pearson (índice que puede utilizarse para medir el grado de relación de dos variables siempre y cuando ambas sean cuantitativas y continuas) entre las respuestas obtenidas en estado vegetativo y la respuesta al rendimiento en grano, teniendo en consideración que cuando el valor es más cercano a uno mayor es la correlación entre las variables.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el fin de conocer el contexto en el cual se desarrolló el ensayo, se evaluaron los resultados de los análisis de suelo (anexo I) hallándose los siguientes valores:

Los valores obtenidos para MO (2.20%), N-NO<sub>3</sub> (84 ppm,) P-Bray (18.80 ppm) y Ph (5.85) indican que se trata de un suelo pobre de materia orgánica con bajo contenido de nitratos y con niveles de fósforo dentro del límite crítico (Andrades, M. 2022). Con la descripción y el análisis de suelo realizado podemos determinar que es un suelo de productividad media. Según Quiroga A. y Bono A., 2012 por los resultados obtenidos en los análisis sería esperable obtener respuestas a la fertilización

Además, se realizó un análisis biológico del suelo solo para contabilizar la carga de bacterias de Azospirillum y Pseudomonas con la que se contaba al inicio del ensayo y que estos datos resulten útiles a futuro para establecer valores umbrales de respuesta a la inoculación con estos microorganismos. También, se analizaron las semillas de sorgo inoculadas para asegurarnos de la presencia y viabilidad de estos microorganismos al momento de la siembra (ambos análisis se pueden ver en el ANEXO II).

En la tabla 1 se muestran los resultados de las variables analizadas por tratamiento.

Tratamientos	Densidad (pl/m <sup>2</sup> )	Altura V4 (cm)	MS Aérea V4 (gr/pl)	MS Raíces V4 (gr/pl)	MS Aérea V6 (gr/pl)	Panojas/m <sup>2</sup>	P1000 (gr)	Granos/panoja	Granos/m <sup>2</sup>	Rto (Kg/Ha)
T1	27,25	17,07	1,63	0,66	17,79	20,97	25,47	1.556,00	32.985,33	8.319,33
T2	22,06	19,22	2,27	0,91	24,94	24,63	23,97	2.078,00	51.103,33	12.170,33
T3	27,09	19,95	1,93	0,75	23,6	22,37	23,83	1.605,67	35.736,67	8.519,67
T4	20,14	19,28	1,65	0,68	21,08	21,57	25,07	1.745,00	38.312,33	9.570,00
T5	22,33	21,13	2,71	0,96	25,87	20,6	25,23	1.907,33	40.858,00	10.107,67
T6	23,61	18,37	3,81	1,39	31,96	27,4	24,03	1.659,33	46.135,33	10.996,67
T7	24,97	21,67	3,62	1,33	26,21	22,07	24,17	1.672,00	37.729,33	9.042,00
T8	20,34	19,66	3,69	1,45	26,67	22,63	23,6	1.847,33	41.113,67	9.687,67
T9	25,19	20,67	4,86	1,66	27,42	19,5	25,77	1.733,00	34.148,00	8.729,33
T10	21,48	24,3	5,96	1,96	32,83	22,87	23,27	2.229,67	50.801,67	11.844,00
T11	27,99	19,82	3,75	1,35	28,67	27,47	23,8	1.676,33	45.188,33	10.811,67
T12	22,5	19,84	3,24	1,32	30,83	24,6	22,4	1.898,33	46.781,00	10.548,00

**Tabla 1.** Resultados promedio de las 3 repeticiones de cada uno de los tratamientos de las variables analizadas.

A continuación, se analizan los resultados obtenidos por cada variable medida.

## Densidad de plantas logradas

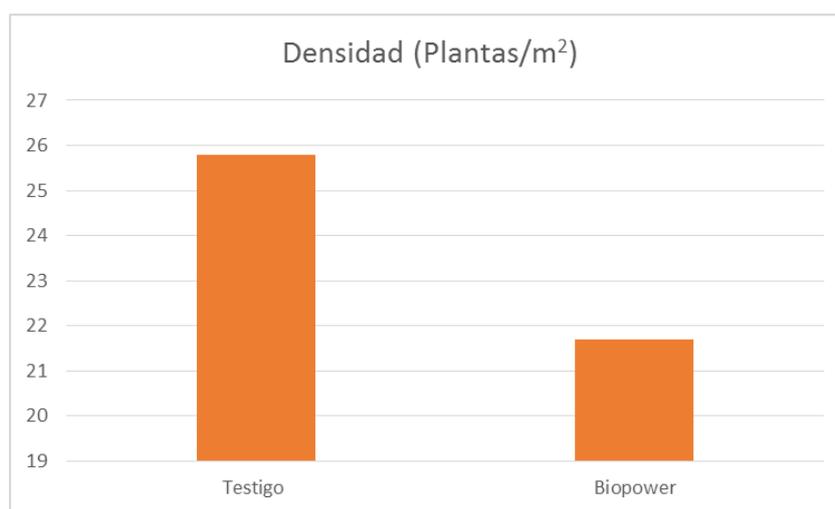
Si bien, se encontraron diferencias significativas por efecto del promotor de crecimiento, no se encontraron diferencias significativas para las demás variables.

El número de plantas logradas contabilizadas fue menor cuando se aplicó promotor de crecimiento a las semillas (21.69 pl/m<sup>2</sup>) en comparación con el testigo sin promotor de crecimiento (25.80 pl/m<sup>2</sup>) (tabla 2 y figura 3); a diferencia de lo encontrado por Faggioli V. (2014), en un trabajo realizado en maíz, donde el tratamiento con Azospirillum en semilla arrojó un 5% mayor de densidad lograda que las parcelas del tratamiento testigo sin tratar.

Test:LSD Fisher					
Alfa=0,05		DMS=3,36023		Error: 16,9725	
				gl: 6	
Prom	Medias (pl/m <sup>2</sup> )	n	E.E.		
Testigo	25,8	18	0,97	<b>A</b>	
Biopower	21,69	18	0,97		<b>B</b>

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

**Tabla 2.** efecto promotor de crecimiento sobre la densidad (plantas/m<sup>2</sup>)



**Figura 3.** Densidad de plantas por m<sup>2</sup>.

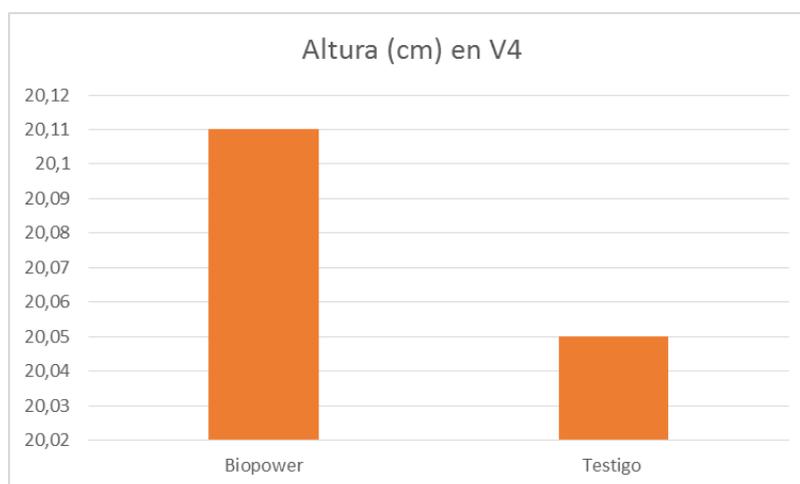
### **Altura en V4**

Para la altura de planta en V4, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos realizados. Estos resultados se condicen con lo reportado por Garcia Gonzalez y col. (2005) en el cultivo de trigo donde la inoculación con Azospirillum no arrojó diferencia con el tratamiento testigo, aunque la respuesta a la utilización de PGPR resultó ser errática ya que Villa Castro y col. (2013) en un trabajo en maíz encontraron diferencias significativas positivas al uso de PGPR sobre la altura de las plantas.

<b>Test:LSD Fisher</b>				
Alfa=0,05		DMS=1,64256	Error: 5,7005	gl: 24
Prom	Medias (cm)	n	E.E.	
Biopower	20,11	18	0,56	A
Testigo	20,05	18	0,56	A

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

**Tabla 3.** Altura en cm en V4 con Biopower y sin Biopower.



**Figura 4.** Altura en cm en V4 con y sin Biopower.

### **Materia seca Aérea en V4**

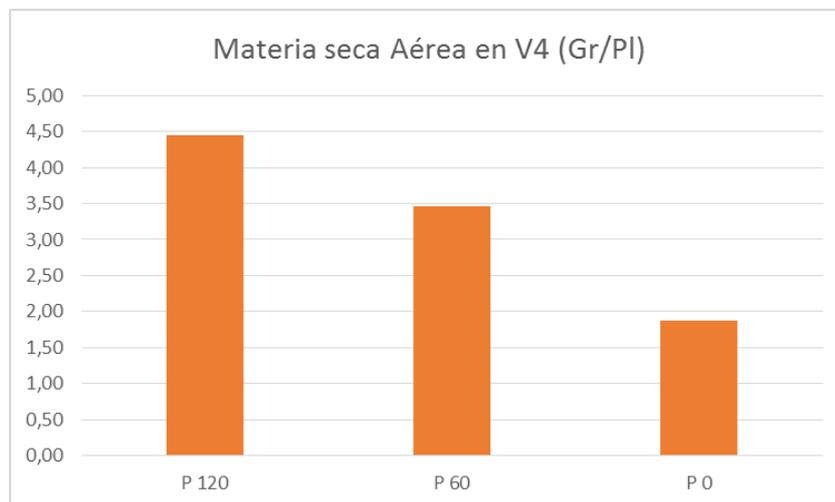
Se detectaron diferencias significativas para el Fósforo sin encontrar diferencias para el promotor de crecimiento.

Para la variable de fertilización con Fósforo se observó que para 120 kg/ha la materia seca por planta fue de 4.45 gr/pl diferenciándose estadísticamente de las

dosis de 60 kg/ha y 0 kg/ha con valores de materia seca de 3.46 gr/pl y 1.87 gr/pl respectivamente.

<b>Test:LSD Fisher</b>						
Alfa=0,05		DMS=0,85018		Error: 0,5626		gl: 4
<b>P</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>			
<b>120</b>	4,45	12	0,22	<b>A</b>		
<b>60</b>	3,46	12	0,22		<b>B</b>	
<b>0</b>	1,87	12	0,22			<b>C</b>
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )						

**Tabla 4.** Materia seca aérea en V4 con diferentes dosis de Fósforo.



**Figura 5.** Materia seca aérea en V4 (Gr/Pl) con diferentes dosis De Fósforo.

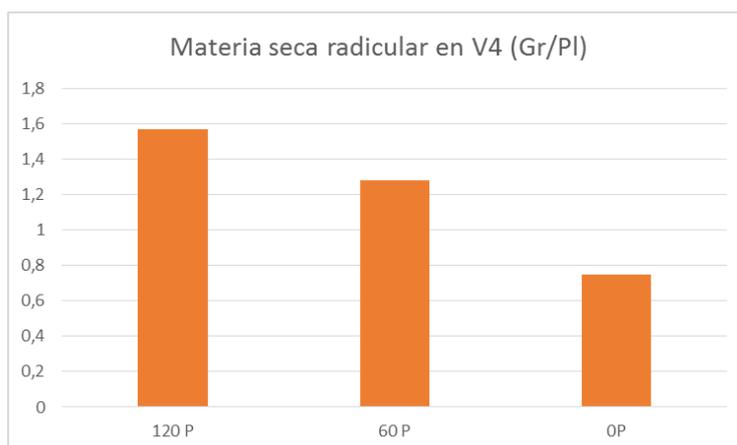
### **Materia seca radicular en V4**

Para esta variable, también se encontraron diferencias significativas en la fertilización fosforada, sin encontrarse diferencias para el resto de los tratamientos.

Los resultados obtenidos muestran favorecidos a los tratamientos que estuvieron fertilizados con Fósforo versus el Testigo sin Fertilizante. El peso radicular en el tratamiento con 120 Kg de Fósforo por Ha fue de 1.57 Gr/Pl siendo este valor un 109% mayor que el testigo absoluto y en el tratamiento con 60 Kg de Fósforo se obtuvo 1.28 Gr/Pl, valor 70% mayor que el testigo (Tabla 5 y Gráfico 4)

Test:LSD Fisher					
Alfa=0,05		DMS=0,36482		Error: 0,1036	
				gl: 4	
P	Medias	n	E.E.		
120	1,57	12	0,09	A	
60	1,28	12	0,09	A	
0	0,75	12	0,09		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					

**Tabla 5.** Materia seca radicular (Gr/Pl) en V4 según diferentes dosis de Fósforo.



**Figura 6.** Materia seca radicular (Gr/Pl) en V4 según diferentes dosis de Fósforo.

### **Materia seca en V6**

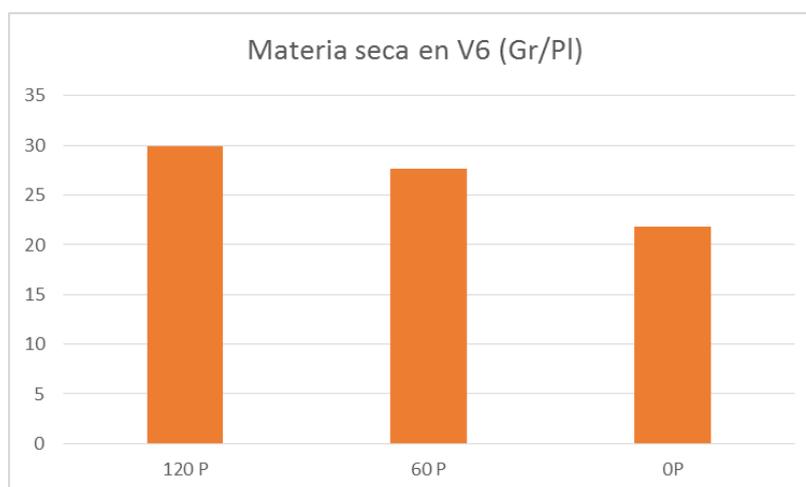
No vimos diferencias significativas para el fertilizante foliar (Mastermins) ni para el uso del promotor de crecimiento como tampoco para la interacción entre ellas.

Si pudimos ver nuevamente la respuesta significativamente positiva para la fertilización con distintos niveles de Fósforo.

Como en los casos anteriores (MSA V4 y MSR V4) se evidenciaron diferencias significativas a favor de los tratamientos fertilizados con Fósforo pero sin observar diferencias entre los dos niveles de fertilizante aplicado. La diferencia entre el testigo sin Fósforo y el tratamiento con 120 kg del mismo fue del 37% (21.85 gr/pl vs 29.94 gr/pl), mientras que la diferencia del testigo con el tratamiento con 60 kg fue de 26% (21.85 gr/pl vs 27.68 gr/pl) a favor del fertilizado.

Test:LSD Fisher					
Alfa=0,05		DMS=3,18588		Error: 7,9001 gl: 4	
P	Medias (gr/pl)	n	E.E.		
120	29,94	6	0,81	<b>A</b>	
60	27,68	6	0,81	A	
0	21,85	6	0,81	B	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					

**Tabla 6.** Materia seca en V6 (Gramos por Planta) con diferentes dosis de Fósforo



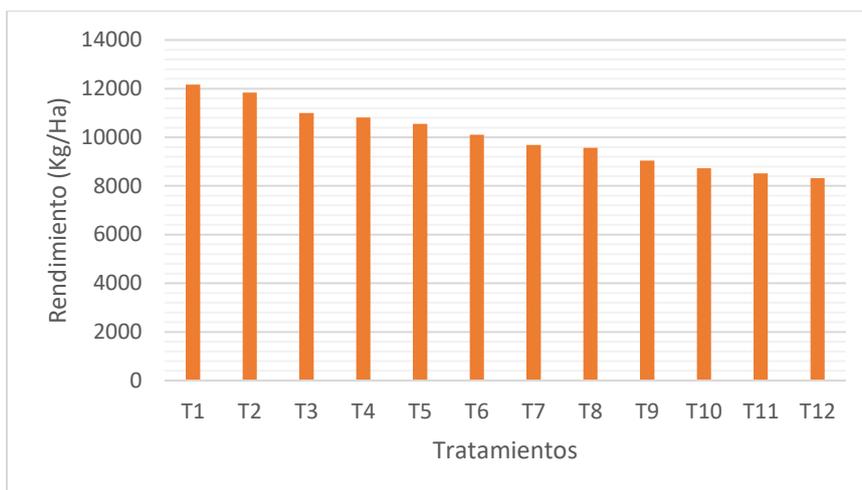
**Figura 7.** seca en V6 (gr/planta) combinando Fósforo con PGPR.

Todos estos resultados obtenidos tanto en MSA V4 y MS V6 concuerdan con los datos publicados por Lopez M. y col. (2007) donde los tratamientos con fósforo obtuvieron valores superiores a los testigos.

Para el caso de MSR V4 se también se evidenció una diferencia significativa a favor de los tratamientos con Fósforo como lo publicado por Vivas H. y col. (2006) en el cultivo de trigo en donde los tratamientos fertilizados con fósforo mostraron entre 30% y 40% de mayor desarrollo radicular comparado contra el testigo sin Fósforo.

### **Rendimiento y sus componentes**

La figura 8 muestra los rendimientos promedio de los 3 bloques para cada tratamiento.



**Figura 8.** Rendimientos promedio de los 3 bloques. T1: 0 P, Con Biopower /sin Mastermins – T2: 120 P, Con Biopower / sin Mastermins – T3: 60 P, Con Biopower / sin Mastermins – T4: 120 P, Sin Biopower / con Mastermins – T5: 120 P, Con Biopower / con Mastermins – T6: 60 P, Sin Biopower / sin Mastermins – T7: 60 P, Con Biopower / con Mastermins – T8: 0 P, Con Biopower / con Mastermins – T9: 60 P, Sin Biopower / con Mastermins – T10: 120 P, Sin Biopower / sin Mastermins – T11: 0 P, Sin Biopower / con Mastermins – T12: 0 P, Sin Biopower / sin Mastermins.-

El análisis de varianza del rendimiento arrojó como resultado que hubo respuesta significativa positiva sólo en el tratamiento en el que se aplicó el Promotor de crecimiento, siendo no significativo el uso de Fósforo ni del Fertilizante foliar.

Lo mismo se observó con el resto de las variables de rendimiento del sorgo: peso de mil granos, número de granos por m<sup>2</sup> y panojas por m<sup>2</sup> (tabla 7).

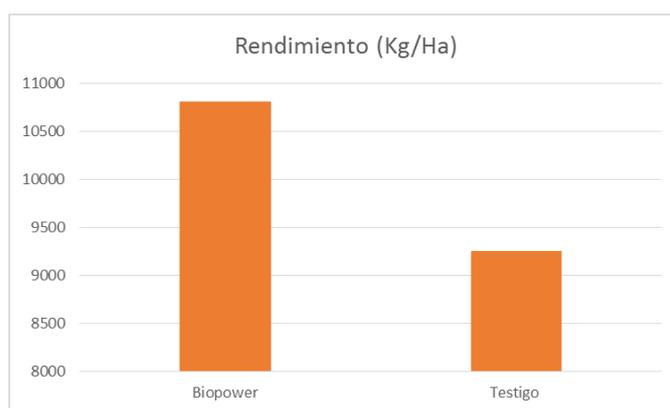
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV		
Rto Kg/Ha	36	0,57	0	26,45		
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	110496143	23	4804180,13	0,68	0,7919	
Rep	27519731,1	2	13759865,5	1,96	0,1841	
P	4306767,39	2	2153383,69	0,38	0,7073	(Rep*P)
Rep*P	22779093,1	4	5694773,28	0,81	0,5428	
Prom	21562092,3	1	21562092,3	19,87	0,0043	(P>Rep*Prom)
P*Prom	4317761,17	2	2158880,58	1,99	0,2174	(P>Rep*Prom)
P>Rep*Prom	6510615,83	6	1085102,64	0,15	0,9844	
FertF	3976700,69	1	3976700,69	0,57	0,4667	
P*FertF	5036320,72	2	2518160,36	0,36	0,7064	
Prom*FertF	10311591,4	1	10311591,4	1,47	0,2494	
P*Prom*FertF	4175469,39	2	2087734,69	0,3	0,7486	
Error	84456205,3	12	7038017,11			
Total	194952348	35				

**Tabla 7.** Análisis de varianza para el rendimiento.

A continuación, analizamos el rendimiento por bloques y se observó una respuesta significativa positiva al uso del Promotor (Biopower) siendo la misma un 17% mayor a favor del uso de Promotor (10802.78 kg/ha vs 9254.94 kg/ha) (tabla 8). Estos resultados son similares a lo reportado por Díaz Franco y col. (2008).

<b>Test:LSD Fisher</b>					
Alfa=0,05	DMS=849,63499	Error: 1085102,6389	gl: 6		
Prom	Medias (kg/ha)	n	E.E.		
Biopower	10802,78	18	245,53	<b>A</b>	
Testigo	9254,94	18	245,53		<b>B</b>
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					

**Tabla 8.** Rendimiento en kg/ha con y sin Biopower.



**Figura 9.** Rendimiento en kg/ha con y sin Biopower

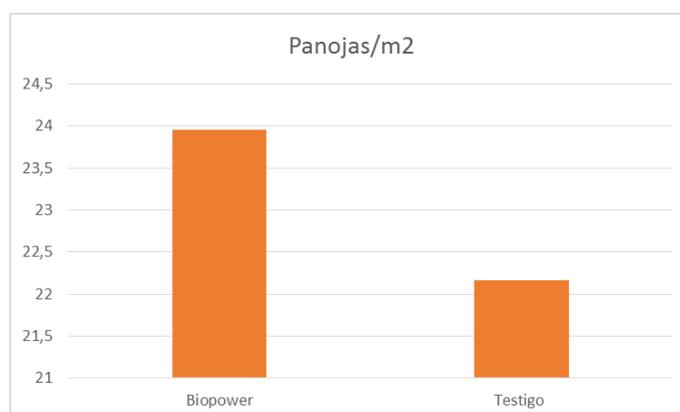
### Panojas por m<sup>2</sup>

Se observó que el promotor de crecimiento produjo un aumento significativo en esta variable, siendo 23,95 panojas/m<sup>2</sup> para el tratamiento con PGPR y 22,16 panojas/m<sup>2</sup> para el testigo sin PGPR (tabla 9, figura 10).

Partiendo de una densidad menor en los tratamientos con PGPR, este aumento de panojas/m<sup>2</sup> fue promovido por el macollaje de las plantas, capacidad que tiene el sorgo si la densidad lograda es baja y las condiciones de crecimiento en estado vegetativo son favorables; tal como lo explican en su trabajo Bruns y Horrock (1984).

Test:LSD Fisher					
Alfa=0,05		DMS=1,26395		Error: 2,4014	
				gl: 6	
Prom	Medias (pj/m <sup>2</sup> )	n	E.E.		
Biopower	23,95	18	0,37	<b>A</b>	
Testigo	22,16	18	0,37		<b>B</b>
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					

**Tabla 9.** Número de panojas/m<sup>2</sup> con y sin Biopower

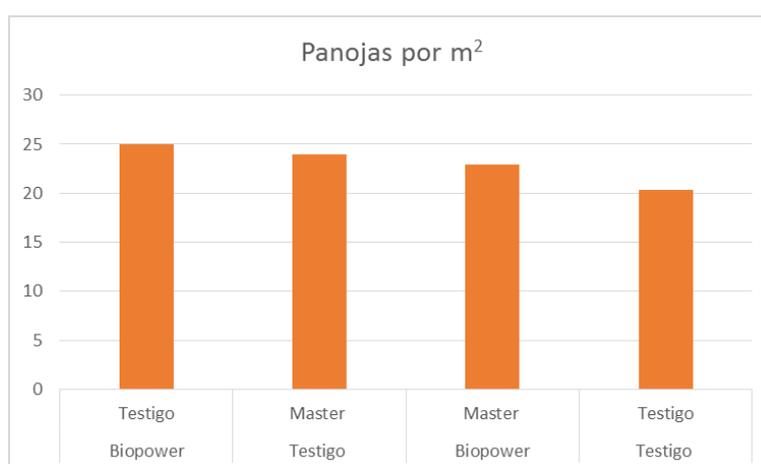


**Figura 10.** Números de panojas/m<sup>2</sup> con y sin Biopower

El análisis de varianza también arrojó que hubo interacción para las variables de PGPR (Biopower) y de fertilizante foliar (Mastermins). Los resultados no fueron los esperados y serán de análisis en trabajos futuros. Los mismos se muestran en la tabla 10 y figura 11.

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=3,97725						
Error: 14,9947 gl: 12						
Prom	FertF	Medias	n	E.E.		
Biopower	Testigo	24,97	9	1,29	A	
Testigo	Master	23,97	9	1,29	A	B
Biopower	Master	22,93	9	1,29	A	B
Testigo	Testigo	20,36	9	1,29		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )						

**Tabla 10.** Número de panojas por m<sup>2</sup> con interacción de Fertilizante Foliar y Promotor.



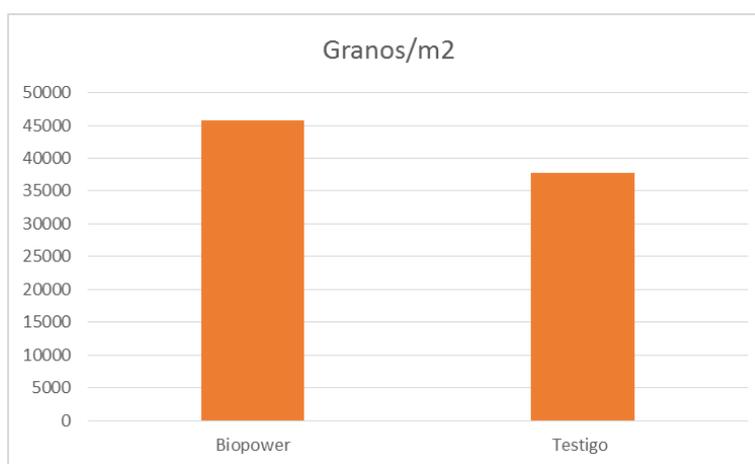
**Figura 11.** Número de panojas por m<sup>2</sup> con interacción de Fertilizante Foliar y Promotor.

### Número de granos por m<sup>2</sup>

El número de granos por m<sup>2</sup> mostró una respuesta positiva al uso del Promotor (Biopower) (tabla 11; figura 12) obteniendo como resultado con Biopower 45707 granos/m<sup>2</sup> contra los 37774 granos/m<sup>2</sup> del testigo siendo este resultado un 21% mayor a favor del PGPR. Resultados similares obtuvieron Ferraris y col. (2012) trabajando en sorgo y Serafino R. (2012) trabajando en trigo.

Test:LSD Fisher					
Alfa=0,05		DMS=3160,87956		Error: 15018340,25 gl: 6	
Prom	Medias (granos/m2)	n	E.E.		
Biopower	45707,89	18	913,43	A	
Testigo	37774,28	18	913,43		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					

**Tabla 11.** Número de Granos por m<sup>2</sup> con y sin Biopower



**Figura 12.** Número de Granos por m<sup>2</sup> con y sin Biopower.

### Peso de mil granos

Para esta variable se pudo observar que el promotor (Biopower) tuvo una respuesta significativa negativa, siendo el testigo 24.71 gramos/mil vs. 23.72 gramos/mil con el Biopower (tabla 12, figura 13). Estos resultados ya fueron reportados previamente por otras investigaciones (Ferraris G. y col. 2012; Satorre E. y col. 2008) donde el peso de mil granos resultó inversamente proporcional al agregado de promotor.

Test:LSD Fisher					
Alfa=0,05		DMS=0,93907		Error: 1,3256 gl: 6	
Prom	Medias (gr)	n	E.E.		
Testigo	24,71	18	0,27	A	
Biopower	23,72	18	0,27		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					

**Tabla 12.** Peso en Gramos de mil granos con y sin Biopower

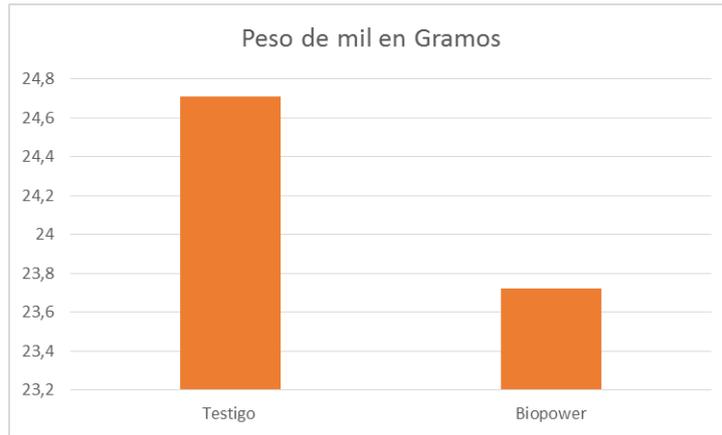


Figura 13. Peso en Gramos de mil granos con y sin Biopower

### Correlaciones entre variables con respecto al rendimiento.

En cuanto a las correlaciones entre las variables en estado vegetativo podemos ver que hubo una correlación positiva en cuanto al rendimiento con respecto al Peso seco de la parte aérea en V6 mientras que para el resto de las variables no se observaron correlaciones.

Y analizando el rendimiento y los componentes del mismo se pudieron observar correlaciones positivas para granos por m2, granos por panoja y panojas por m2.

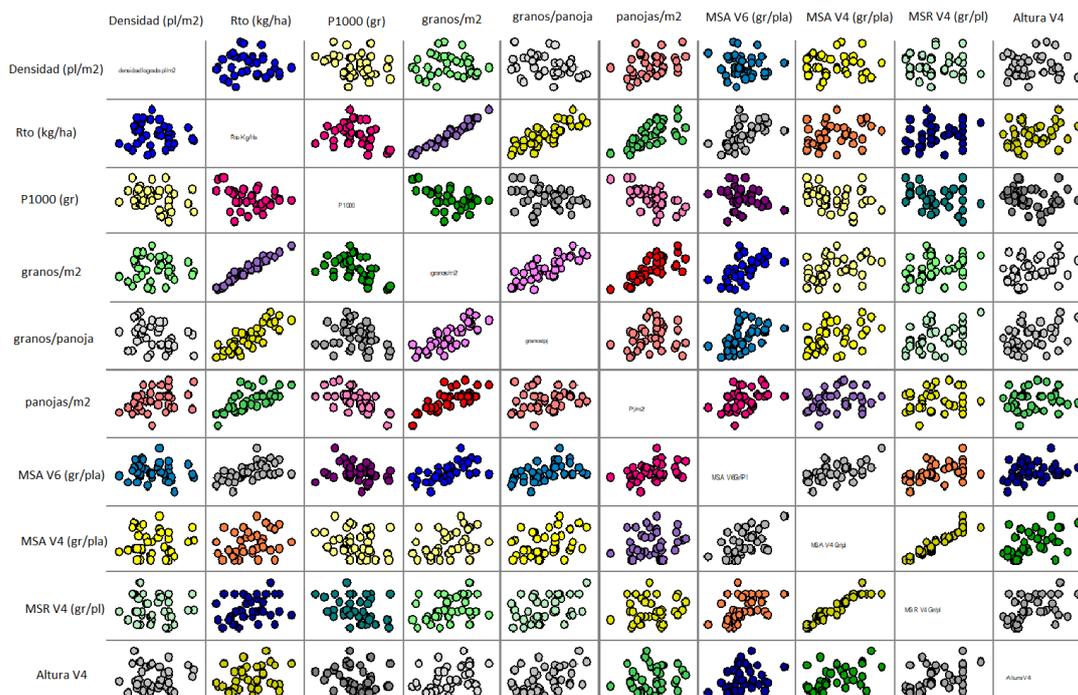


Figura 14. Correlaciones de las variable con respecto al rendimiento.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a las hipótesis planteadas en el trabajo las conclusiones son las siguientes:

Para la variable densidad de plantas logradas se obtuvo una diferencia significativa a favor del testigo versus el tratado con Azospirillum.

La altura de plantas en V4 no fue afectada significativamente por el uso del Promotor de crecimiento.

Tanto en la materia seca aérea y radicular en V4 como en la materia seca aérea en V6 se observó una respuesta positiva significativa al uso de los distintos niveles de fertilización con Fósforo. A mayor dosis, mayores valores de materia seca.

Ya analizando el rendimiento en grano a cosecha, pudimos observar una respuesta significativa a favor del uso del Promotor de crecimiento sin encontrar diferencias para la fertilización con Fósforo ni el uso del Fertilizante Foliar.

Cuando desglosamos el rendimiento, vemos que para el caso del Número de granos por m<sup>2</sup> y Panojas por m<sup>2</sup> se encontraron diferencias significativas positivas al uso del Promotor de Crecimiento siendo inversamente proporcional en el caso del peso de mil Granos, sin encontrarse diferencias para el resto de las variables estudiadas.

Respecto de las hipótesis

**H1-** El rendimiento del cultivo de sorgo responde positivamente al uso de manera conjunta de fósforo, de fertilizantes foliares (Fertilizante foliar Mastermins Plus de Stoller) y promotores de crecimiento (Biopower de Barenbrug).

SE RECHAZA LA HIPÓTESIS, EN LAS CONDICIONES DEL ENSAYO SOLO SE LOGRO RESPUESTA A LA INOCULACIÓN.

**H2-** Existe una correlación positiva entre la respuesta en estado vegetativo con la respuesta en rendimiento de grano.

SE ACEPTA LA HIPÓTESIS EN BASE A LOS RESULTADOS ENCONTRADOS AL MEDIR MATERIA SECA DE LA PARTE AÉREA DE LA PLANTA EN V6.

Para las Panojas/m<sup>2</sup> debemos hacer mención a una leve interacción entre el Promotor de crecimiento y el Fertilizante Foliar que debería profundizarse en futuros trabajos.

Debemos mencionar también que el cultivo de sorgo sufrió stress hídrico por falta de precipitaciones durante el período crítico por lo que tal vez sería recomendable

en un trabajo futuro realizar una nueva evaluación donde el agua no sea limitante para poder evaluar si las variables analizadas se comportan de manera similar o no.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agrofy, Año 2016, Especial Sorgo 2015/2016, (en línea). Consultado 09 oct 2018. Disponible en <https://news.agrofy.com.ar/especiales/sorgo15-16/siembra-sorgo>
- Alegre, M.; Copia, P.; Giorda, L.M. 2012. Sorgo granífero, fuente potencial para la producción de etanol en Argentina.
- Andrades Marisol y Martinez Maria Elena. Año 2022. Fertilidad del suelo y parámetros que la definen. Consultado en línea el 02 de Octubre de 2023. Disponible en <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-FertilidadDelSueloYParametrosQueLaDefinen-267902.pdf>
- Bianchini y Fontanetto. Año 2014. Planta bien nutrida: más productiva y resistente a las adversidades – NUEVO ABC RURAL. Consultado en línea el 11 nov 2018. Disponible en <http://www.nuevoabcrural.com.ar/2014/vertext.php?id=5064>
- Bruns, H.A., and R.D Horrocks, 1984. "Relationship of shield components of main culms and tillers of grain sorghum". Field Crops Res. 8: 125-133.
- Carrasco Natalia , Zamora Martín y Melin Ariel, 2011. Manual del sorgo. Chacra Experimental Integrada Barrow: ediciones INTA 2011. p. 7-10
- Colazo Juan Cruz, Garay Jorge Alberto y Veneciano Jorge Hugo. Año 2012. El cultivo de sorgo en San Luis. INTA San Luis.
- DIAZ-FRANCO, A; JACQUES-HERNANDEZ, C y PENA DEL RIO MA., Año 2008. Productividad de sorgo en campo asociada con micorriza arbuscular y Azospirillum brasilense.
- Faggioli Valeria, 2014. "EVALUACIÓN DE LAS CEPAS EXPERIMENTALES Azospirillum brasilense Az39 y Pseudomonas fluorescens Ps6 EN EL CULTIVO DE MAÍZ. Disponible en <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/6%20FACYT%20AZ%20y%20PSF%20%20-%20INTA%20Marcos%20Juarez%20-%202013-14.pdf>
- Fallik E., Okon Y., Fischer M. 1988. Growth response of maize roots to Azospirillum inoculation: effect of soil organic matter content, number of

rhizosphere bacteria and timing of inoculation. Soil Biology and Biochemistry. 20 (1): 45-49.

- Ferraris Gustavo N. y col., 2012. Promotores de crecimiento y zinc en Sorgo. <https://www.aapresid.org.ar/blog/promotores-de-crecimiento-y-zinc-en-sorgo/>
- Fontanetto y Keller (1999) Fertilización en sorgo. Consultado en línea el 10 oct 2018. <http://www.fertilizando.com/articulos/FertilizacionEnSorgo.pdf>
- Gambaudo Sebastián - La fertilización del sorgo granífero – EEA INTA Rafaela en línea) Consultado el 12 oct 2018. Disponible en <http://portal.acabase.com.ar/suelofertil/Articulos%20de%20Inters/SORGO/Sorgo%20granifero%20-%20Nutrici%C3%B3n%20del%20cultivo.pdf>
- García-González M.M.1, Farías-Rodríguez R., Peña-Cabriales J.J.3 y Sánchez-Yáñez J.M. 2005. INOCULACIÓN DEL TRIGO var. PAVÓN CON *Azospirillum* spp. y *Azotobacter beijerinckii* Inoculation of Wheat var. Pavon with *Azospirillum* spp. and *Azotobacter beijerinckii*. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57323109.pdf>
- InfoStat versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- López Marisol y col., 2007. Eficiencia de absorción de fósforo en cultivares de sorgo de diferente tolerancia a la toxicidad de aluminio [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-192X2007000300006](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2007000300006)
- Manual Técnico del sorgo granífero – Vía rural en línea. Consultado el 11 Oct de 2018. Disponible en <https://www.viarural.com.ar/viarural.com.ar/insumosagropecuarios/agricolas/emillashibridas/cargill/manualsorgo/manualsorgocargill06.htm>
- Melgar Ricardo. Año 2005. Aplicación foliar de micronutrientes. Consultado en línea el 14 oct 2018. Disponible en <http://www.fertilizando.com/articulos/Aplicacion%20Foliar%20de%20Micronutrientes.asp>
- Ministerio de Agroindustria. Año 2016 Informe sobre sorgo. (en línea). Argentina. Consultado 10 oct 2018. Disponible en <https://www.agroindustria.gob.ar/new/0-0/programas/dma/granos/Informe%20de%20Sorgo-SEPTIEMBRE%202016.pdf>

- Molina L., Ramos C., Duque E., Ronchel M. C., García J. M., Wyke L., Ramos J. L. Año 2000. Survival of *Pseudomonas putida* KT2440 in soil and in the rhizosphere of plants under greenhouse and environmental conditions. *Soil Biology and Biochemistry*. 32 (3): 315-321.
- Quiroga Alberto y Bono Alfredo. Año 2012. Manual de fertilidad y evaluación de suelos. Edición 2012 Inta Anguil [https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/75200/mod\\_resource/content/0/Quiroga%20et%20al%202007.pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/75200/mod_resource/content/0/Quiroga%20et%20al%202007.pdf)
- Rodríguez-Cáseres, E. A. 1982. Improved medium for isolation of *Azospirillum* spp. *Applied and Environmental Microbiology*. 44 (4): 990-991.
- Satorre E. y col. 2008 (Tercer reimpresión). Producción de granos. Bases funcionales para su manejo. Capítulo 6 páginas 86-94.
- Serafino Federico Rubén (2012) “Evaluación de la respuesta de un cultivo de trigo fertilizado e inoculado con *Azospirillum brasilense* ” <https://repositorio.unrc.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/71562/71562.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Villa-Castro L., Mayek-Pérez N., García-Olivares J.G. y Hernández-Mendoza J.L. 2013. Efecto de la inoculación en maíz con cepas nativas de *Azospirillum* sp. <https://www.redalyc.org/journal/837/83729789004/html/>
- Vivas H.S., Albrecht R., Oliveira Ferreira A. y J. L. Hotián J.L. Año 2006. Fertilización compuesta (N-P-S) de trigo en una rotación. Respuesta productiva y desarrollo radicular.
- Zamora Martín y Carrasco Natalia. Año 2012. EFECTO COMBINADO DE INOCULACION CON MICROORGANISMOS PGPR Y FERTILIZACION NITROGENADA Consultado en línea el 14 oct 2018. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_barrow\\_-\\_sorgo-efecto\\_combinado\\_de\\_inoculacin\\_c.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_barrow_-_sorgo-efecto_combinado_de_inoculacin_c.pdf)

## ANEXO I

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	409,76	23	17,82	1,33	0,3122	
Rep	8,62	2	4,31	0,32	0,7318	
P	15,9	2	7,95	0,57	0,6046	(Rep*P)
Rep*P	55,58	4	13,89	1,03	0,4294	
Prom	152,4	1	152,4	8,98	0,0241	P>Rep*Prom
P*Prom	30,03	2	15,02	0,88	0,4606	P>Rep*Prom
P>Rep*Prom	101,83	6	16,97	1,26	0,343	
FertF	0,3	1	0,3	0,02	0,8836	
P*FertF	14,17	2	7,08	0,53	0,6033	
Prom*FertF	22,39	1	22,39	1,67	0,2211	
P*Prom*FertF	8,54	2	4,27	0,32	0,7337	
Error	161,27	12	13,44			
Total	571,02	35				

Cuadro 1. Análisis de varianza para Densidad

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo	106,86	11	9,71	1,7	0,1329	
Rep	5,59	2	2,8	0,49	0,6183	
P	31,36	2	15,68	1,52	0,3223	(Rep*P)
Rep*P	41,19	4	10,3	1,81	0,1605	
Prom	0,04	1	0,04	0,01	0,9378	
P*Prom	28,68	2	14,34	2,52	0,1019	
Error	136,81	24	5,7			
Total	243,67	35				

Cuadro 2. Análisis de varianza para Altura en V4

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	53,95	11	4,9	4,58	0,0009	
Rep	9,55	2	4,78	4,46	0,0225	
<b>P</b>	<b>40,76</b>	<b>2</b>	<b>20,38</b>	<b>36,22</b>	<b>0,0027</b>	<b>(Rep*P)</b>
Rep*P	2,25	4	0,56	0,53	0,7178	
Prom	1,14	1	1,14	1,06	0,3127	
P*Prom	0,26	2	0,13	0,12	0,8875	
Error	25,68	24	1,07			
Total	79,63	35				

Cuadro 3 Análisis de varianza para Materia seca Aérea (Gr/Pl) en V4

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	5,57	11	0,51	6,5	0,0001	
Rep	0,68	2	0,34	4,37	0,0242	
<b>P</b>	<b>4,17</b>	<b>2</b>	<b>2,09</b>	<b>20,13</b>	<b>0,0082</b>	<b>(Rep*P)</b>
Rep*P	0,41	4	0,1	1,33	0,2871	
Prom	0,25	1	0,25	3,17	0,0877	
P*Prom	0,06	2	0,03	0,35	0,7055	
Error	1,87	24	0,08			
Total	7,43	35				

Cuadro 4 Análisis de varianza para Materia seca Radicular (Gr/Pl) en V4

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo	1162,96	23	50,56	2,55	0,0472	
Rep	282,67	2	141,34	7,14	0,0091	
<b>P</b>	<b>417,83</b>	<b>2</b>	<b>208,92</b>	<b>26,44</b>	<b>0,0049</b>	<b>(Rep*P)</b>
Rep*P	31,6	4	7,9	0,4	0,8056	
Prom	87,92	1	87,92	2,44	0,1694	(P>Rep*Prom)
P*Prom	3,35	2	1,68	0,05	0,9549	(P>Rep*Prom)
P>Rep*Prom	216,27	6	36,05	1,82	0,1774	
FertF	3,51	1	3,51	0,18	0,6811	
P*FertF	18,12	2	9,06	0,46	0,6433	
Prom*FertF	85,93	1	85,93	4,34	0,0592	
P*Prom*FertF	15,74	2	7,87	0,4	0,6803	
Error	237,49	12	19,79			
Total	1400,44	35				

Cuadro 5. Análisis de varianza para Materia seca Aérea (Gr/Pl) en V6

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo	51,34	23	2,23	0,92	0,5856	
Rep	4,05	2	2,02	0,83	0,4579	
P	3,63	2	1,82	1,01	0,4405	(Rep*P)
Rep*P	7,17	4	1,79	0,74	0,583	
<b>Prom</b>	<b>8,8</b>	<b>1</b>	<b>8,8</b>	<b>6,64</b>	<b>0,042</b>	<b>(P&gt;Rep*Prom)</b>
P*Prom	5	2	2,5	1,89	0,2314	(P>Rep*Prom)
P>Rep*Prom	7,95	6	1,33	0,55	0,7639	
FertF	5,92	1	5,92	2,44	0,1442	
P*FertF	2	2	1	0,41	0,6711	
Prom*FertF	4,99	1	4,99	2,06	0,1771	
P*Prom*FertF	1,82	2	0,91	0,38	0,6944	
Error	29,11	12	2,43			
Total	80,45	35				

Cuadro 6. Análisis de varianza para peso de 1000 Granos

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo	2318556875	23	100806821	0,75	0,7308	
Rep	533353791,5	2	266676896	1,99	0,179	
P	133708362,7	2	66854181,3	0,64	0,574	(Rep*P)
Rep*P	417889045,3	4	104472261	0,78	0,559	
<b>Prom</b>	<b>566479667,4</b>	<b>1</b>	<b>566479667</b>	<b>37,72</b>	<b>0,0009</b>	<b>(P&gt;Rep*Prom)</b>
P*Prom	60656074,89	2	30328037,4	2,02	0,2135	(P>Rep*Prom)
P>Rep*Prom	90110041,5	6	15018340,3	0,11	0,9931	
FertF	31194086,69	1	31194086,7	0,23	0,638	
P*FertF	131179833,6	2	65589916,8	0,49	0,6243	
Prom*FertF	264002920	1	264002920	1,97	0,1855	
P*Prom*FertF	89983051,56	2	44991525,8	0,34	0,721	
Error	1606176202	12	133848017			
Total	3924733077	35				

Cuadro 7. Análisis de varianza para Número de Granos por m<sup>2</sup>

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo	347,75	23	15,12	1,01	0,5147	
Rep	34,07	2	17,04	1,14	0,3533	
P	9,26	2	4,63	0,21	0,8202	(Rep*P)
Rep*P	88,89	4	22,22	1,48	0,2683	
Prom	<b>28,8</b>	<b>1</b>	<b>28,8</b>	<b>11,99</b>	<b>0,0134</b>	<b>(P&gt;Rep*Prom)</b>
P*Prom	18,25	2	9,13	3,8	0,0859	(P>Rep*Prom)
P>Rep*Prom	14,41	6	2,4	0,16	0,9828	
FertF	5,6	1	5,6	0,37	0,5525	
P*FertF	75,22	2	37,61	2,51	0,123	
Prom*FertF	<b>71,68</b>	<b>1</b>	<b>71,68</b>	<b>4,78</b>	<b>0,0493</b>	
P*Prom*FertF	1,56	2	0,78	0,05	0,9495	
Error	179,94	12	14,99			
Total	527,69	35				

Cuadro 8. Análisis de varianza para Panojas por m<sup>2</sup>

## ANEXO II



### Informe de Análisis de Suelos

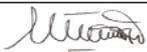
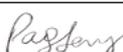
**Productor:** Unroba  
**Coop./Agron.:** Unroba  
**Lote:** Bloque 1  
**Teléfono:**  
**Latitud:**

**Establecimiento:** Facundo Canaghi  
**E-Mail:** elgringocanaghi@hotmail.com  
**Muestras:** 1 / 2 / 3  
**Dirección:** RS Peña 458  
**Longitud:**

**Análisis N°:** 992012-011111/01 / 02 / 03  
**Fecha recepción:** 13/11/2012  
**Fecha de emisión:** 10/11/2012  
**Profundidad:** 00-20 cm

RESULTADOS							
Determinación	Metodología	Valor	Interpretación				
			Bajo	Medio	Alto		
Materia Orgánica (M.O.)	Walkley y Black	23.18%					
Nitrógeno Total (NT)	Kjeldahl						
Relación C/N	Cálculo						
Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.)	Acetato de amonio 1N. Titulometría	11.8 cmolo/kg					
Nitrógeno de Nitratos (N-NO3)	Ac. Fenoldisulfónico	00-20 cm	11.7 mg/kg				
		20-40 cm	3.2 mg/kg				
		40-80 cm	1.4 mg/kg				
Fósforo extraíble (P)	Bray I	22.4 mg/kg					
Fósforo extraíble (P)	Olsen						
Azufre de Sulfatos (S-SO4)	Turbidimetría	00-20 cm	4.5 mg/kg				
		20-40 cm					
		40-80 cm					
Reacción del Suelo (p.H.)	Relación sabelo:agua 1:2.5	5.7	5	6	7	8	9
Acidez Potencial (p.H. Pot)	Relación sabelo:CK 1:2.5						
Índice de Encalado (pH Buffer)	I SMP						
Conductividad Eléctrica (C.E.)	Relación Suelo:Agua 1:2.5		No Salino		Salino		
Calcio (Ca)	Acetato de amonio 1N. A.A	5.43 cmolo/kg					
Saturación de Calcio	Cálculo: Ca / Valor S *100	69.2 %					
Magnesio (Mg)	Acetato de amonio 1N. A.A	1.27 cmolo/kg					
Saturación de Magnesio	Cálculo: Mg / Valor S *100	16.1 %					
Potasio (K)	Acetato de amonio 1N. F.I.L.	0.96 cmolo/kg					
Saturación de Potasio	Cálculo: K / Valor S *100	12.2 %					
Sodio (Na)	Acetato de amonio 1N. F.I.L.	0.15 cmolo/kg					
Porcentaje de Sodio Intercambiable (P.S.I)	Cálculo: Na/CE *100	1.6 %					
Índice R.A.S.	Cálculo						
Zinc (Zn)	Ext. o/DTPA-Espectrofotometría A.A.	1.20 mg/kg					
Manganeso (Mn)		14.4 mg/kg					
Cobre (Cu)		0.90 mg/kg					
Hierro (Fe)		63.4 mg/kg					
Boro (B)	Acetato de Amonio. Azometina	00-20 cm	0.72 mg/kg				
		20-40 cm					
		40-60 cm					
Cloruros (Cl)	Titulometría						
Carbono Orgánico Particulado (C.O.P.)	Fraccionamiento físico. W&B						
Humedad (H)	Gravimetría	00-20 cm					
		20-40 cm					
		40-60 cm					
Arcilla	Boyyoscos						
Limo							
Arena							

**Comentarios:** Los análisis fueron realizados sobre la muestra enviada por el cliente.  
 Laboratorio afiliado a S.M.A.A.

 Ing. Agr. Roberto Rolandano Laboratorio SUELOFERTIL® Casa central: Ruta 8 Km 229.5 - Pergamino (2700) - Buenos Aires, Argentina Tel/Fax: 02477-424748 Sucursal Olivero Duggan 1281 - Tres Arroyos (7500) - Buenos Aires, Argentina Tel/Fax: 02983-421179 <a href="http://www.suelo-feril.com.ar">www.suelo-feril.com.ar</a>	 Ing. Quím. Patricia Levy Laboratorio SUELOFERTIL® Email: suelo@cacacoop.com.ar Email: suelo@tresarroyos@cacacoop.com.ar
--	---

## Informe de Análisis de Suelos

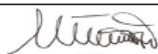
**Productor:** Urnoba  
**Coop./Agron:** Urnoba  
**Lote:** Baque 2  
**Teléfono:**  
**Latitud:**

**Establecimiento:** Faundo Comaghi  
**E-Mail:** elgringocomaghi@hotmail.com  
**Muestras:** 1 / 2 / 3  
**Dirección:** RS Peña 450  
**Longitud:**

**Análisis N°:** 992012-0111201 / 02 / 03  
**Fecha recepción:** 13/11/2012  
**Fecha de emisión:** 16/11/2012  
**Profundidad:** 00-20 cm

RESULTADOS							
Determinación	Metodología	Valor	Interpretación				
			Bajo	Medio	Alto		
Materia Orgánica (M.O.)	Walkley y Black	23.7 g/kg					
Nitrógeno Total (NT)	Kjeldahl						
Relación CN	Cálculo						
Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.)	Acetato de amonio 1N. Titulométrico	12.2 cmol/kg					
Nitrógeno de Nitratos (N-NO3)	Ac. Fenoldisulfónico	00-20 cm	6.8 mg/kg				
		20-40 cm	3.1 mg/kg				
		40-80 cm	1.9 mg/kg				
Fósforo extraíble (P)	Bray I	15.2 mg/kg					
Fósforo extraíble (P)	Olson						
Azufre de Sulfatos (S-SO4)	Turbidimetría	00-20 cm	4.5 mg/kg				
		20-40 cm					
		40-80 cm					
Reacción del Suelo (p.H.)	Relación suelo:agua 1:2.5	5.9	5	6	7	8	9
Acidez Potencial (p.H. Pot)	Relación suelo:CK 1:2.5						
Índice de Escalado (pH Buffer)	I SMP						
Conductividad Eléctrica (C.E.)	Relación Suelo:Agua 1:2.5		No Salino			Salino	
Calcio (Ca)	Acetato de amonio 1N. A.A	5.54 cmol/kg					
Saturación de Calcio	Cálculo: Ca / Valor S *100	68.8 %					
Magnesio (Mg)	Acetato de amonio 1N. A.A	1.32 cmol/kg					
Saturación de Magnesio	Cálculo: Mg / Valor S *100	16.3 %					
Potasio (K)	Acetato de amonio 1N. F.I.L.	0.98 cmol/kg					
Saturación de Potasio	Cálculo: K / Valor S *100	12.2 %					
Sodio (Na)	Acetato de amonio 1N. F.I.L.	0.22 cmol/kg					
Porcentaje de Sodio Intercambiable (P.S.I)	Cálculo: Na/CE *100	1.8 %					
Índice R.A.S.	Cálculo						
Zinc (Zn)	Ext. c/OTPA-Espectrofotométrico A.A.	1.47 mg/kg					
Manganeso (Mn)		17.7 mg/kg					
Cobre (Cu)		0.94 mg/kg					
Hierro (Fe)		69.0 mg/kg					
Boro (B)	Acetato de Amonio. Azometina	00-20 cm	0.67 mg/kg				
		20-40 cm					
		40-60 cm					
Cloruros (Cl)	Titulométrico						
Carbono Orgánico Particulado (C.O.P.)	Fraccionamiento físico. W&B						
Humedad (H)	Gravimétrico	00-20 cm					
		20-40 cm					
		40-60 cm					
Arcilla	Baryosacos						
Limo							
Arena							

**Comentarios:** Los análisis fueron realizados sobre la muestra enviada por el cliente.  
 Laboratorio adherido a S.M.M.A.



Ing. Agr. Roberto Rolando  
 Laboratorio SUELOFERTIL®



Ing. Oca. Patricia Levy  
 Laboratorio SUELOFERTIL®

Casa central: Ruta 8 Km 229.5 - Pergamino (2700) - Buenos Aires, Argentina Tel/Fax: 02477-424748 Email: [suelo@acacoop.com.ar](mailto:suelo@acacoop.com.ar)  
 Sucursal: Olivero Daggan 1261 - Tres Arroyos (7500) - Buenos Aires, Argentina Tel/Fax: 02983-421179 Email: [suelotresarroyos@acacoop.com.ar](mailto:suelotresarroyos@acacoop.com.ar)  
[www.suelo-fertil.com.ar](http://www.suelo-fertil.com.ar)

### Informe de Análisis de Suelos

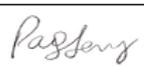
Productor: Umaba  
Coop./Agron.: Umaba  
Lote: Bloque 3  
Teléfono:  
Latitud:

Establecimiento: Fazenda Carnaghi  
E-Mail: elgingocarnaghi@hotmail.com  
Muestras: 1 / 2 / 3  
Dirección: RS Peña 458  
Longitud:

Análisis Nº: 992012-01111301 / 02 / 03  
Fecha recepción: 13/11/2012  
Fecha de emisión: 18/11/2012  
Profundidad: 00-20 cm

RESULTADOS					
Determinación	Metodología	Valor	Interpretación		
			Bajo	Medio	Alto
Materia Orgánica (M.O.)	Walkley y Black	18.80%			
Nitrógeno Total (NT)	Kjeldahl				
Relación C/N	Cálculo				
Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.)	Acetato de amonio 1N. Titulometría	9.6 cmolo/kg			
Nitrógeno de Nitratos (N-NO3)	Ac. Fealdisulfónico	00-20 cm	6.8 mg/kg		
		20-40 cm	3.3 mg/kg		
		40-60 cm	2.6 mg/kg		
Fósforo extraíble (P)	Bray I	18.9 mg/kg			
Fósforo extraíble (P)	Olsen				
Azufre de Sulfatos (S-SO4)	Turbidimetría	00-20 cm	5.6 mg/kg		
		20-40 cm			
		40-60 cm			
Reacción del Suelo (p.H.)	Relación suelo:agua 1:2.5	6.6	Acido 5	Neutro 6	Alcalino 7 8 9
Acidez Potencial (p.H. Pot)	Relación suelo:CK 1:2.5				
Índice de Escalado (pH Buffer)	I SMP				
Conductividad Eléctrica (C.E.)	Relación Suelo:Agua 1:2.5		No Salino	Salino	
Calcio (Ca)	Acetato de amonio 1N. A.A	4.23 cmolo/kg			
Saturación de Calcio	Cálculo: Ca / Valor S *100	62.4 %			
Magnesio (Mg)	Acetato de amonio 1N. A.A	1.15 cmolo/kg			
Saturación de Magnesio	Cálculo: Mg / Valor S *100	17.6 %			
Potasio (K)	Acetato de amonio 1N. F.I.L.	1.18 cmolo/kg			
Saturación de Potasio	Cálculo: K / Valor S *100	17.4 %			
Sodio (Na)	Acetato de amonio 1N. F.I.L.	0.21 cmolo/kg			
Porcentaje de Sodio Intercambiable (P.S.I)	Cálculo: Na/CE *100	2.2 %			
Índice R.A.S.	Cálculo				
Zinc (Zn)	Ext. cDTPA-Espectrofotometría A.A.	1.10 mg/kg			
Manganeso (Mn)		11.5 mg/kg			
Cobre (Cu)		0.74 mg/kg			
Hierro (Fe)		57.5 mg/kg			
Boro (B)	Acetato de Amonio.Azometina	00-20 cm	0.68 mg/kg		
		20-40 cm			
		40-60 cm			
Cloruros (Cl)	Titulometría				
Carbono Orgánico Particulado (C.O.P.)	Fraccionamiento físico.W&B				
Humedad (H)	Gravimetría	00-20 cm			
		20-40 cm			
		40-60 cm			
Arcilla	Boyomacos				
Limo					
Arena					

Comentarios: Los análisis fueron realizados sobre la muestra enviada por el cliente.  
Laboratorio adherido a SMM.A.

 Ing. Agr. Roberto Rolandini Laboratorio SUELOFERTIL®	 Ing. Quím. Patricia Levy Laboratorio SUELOFERTIL®
Casa central: Ruta 8 Km 229.5 - Pergamino (2700) - Buenos Aires, Argentina Tel/Fax:02477-424748 Email:suelo@cacacoop.com.ar Sucursal Olivero Duggan 1261 - Tres Arroyos (7500) - Buenos Aires, Argentina Tel/Fax:02983-421179 Email:suelo@tresarroyos.cacacoop.com.ar <a href="http://www.suelo-fertil.com.ar">www.suelo-fertil.com.ar</a>	

### Informe: Recuento de Bacterias sobre Semillas de Sorgo

#### Técnica utilizada: "Desorción sobre semillas"

Se realiza la desorción de las semillas de sorgo en 100mL de solución fisiológica estéril, agitando la suspensión durante 50 minutos.

Luego se realiza una dilución, tomando 1mL de dicha solución y llevándolo a un tubo con 9mL de agua destilada estéril; siendo esta la dilución  $10^{-2}$ .

A partir de este tubo se siembran, en superficie y por triplicado, 0.1mL en placas de Petri. La siembra se realiza en placas conteniendo medio Rojo Congo para realizar el recuento de Azospirillum y en medio Agar Cetrimida para el recuento de Pseudomona.

Se incuban las placas el día 23/11/2012.

Se procede a la lectura el día 27/11/2012.

#### Resultados:

Muestras de Sorgo	UFC/mL	
	Azospirillum	Pseudomonas
BioPower Rep.1	$5 \cdot 10^4$	$1.24 \cdot 10^3$
BioPower Rep.2	$2,35 \cdot 10^4$	$1.21 \cdot 10^3$
BioPower Rep.3	$2,5 \cdot 10^4$	$9,75 \cdot 10^2$
BioPower Rep.4	$3,82 \cdot 10^4$	$1.03 \cdot 10^3$
BioPower Rep.5	$4,9 \cdot 10^3$	$8 \cdot 10^2$

El ensayo se realizo por duplicado y cada dilución fue sembrada por triplicado. La tabla muestra los resultados promedio de las mencionadas repeticiones.

### Informe: Recuento de microorganismos por gramo de suelo

Se realizó la incubación con agitación en 90 ml de solución fisiológica estéril con 10g de cada muestra de suelo. Se agito la mezcla en el multi-shacker orbital PSU-20 marca CK Tech a 160rpm durante 5 minutos y luego se procedió a realizar diluciones seriadas de cada muestra. Se realizaron dos repeticiones de cada bloque.

Los medios utilizados para realizar los recuentos y aislamientos fueron: agar nutritivo, agar soja Tripteina (TSA), agar Saboureaud y agar cetrimida.

Las diluciones realizadas fueron  $10^2$ ,  $10^3$ ,  $10^4$  y  $10^5$ , cada dilución se realizo por triplicado en cada uno de los medios.

La siguiente tabla muestra los resultados promedio de cada tipo de microorganismo identificado:

	UFC Microorganismos totales/g suelo	UFC Azospirillum/g suelo	UFC pseudomonas/g suelo	UFC hongos/g suelo
Bloque I	$1,05 \cdot 10^5$	$4,13 \cdot 10^3$	$2,13 \cdot 10^3$	$4,1 \cdot 10^3$
Bloque II	$4,56 \cdot 10^5$	$2,06 \cdot 10^4$	$1,86 \cdot 10^3$	$3,2 \cdot 10^3$
Bloque III	$1,43 \cdot 10^5$	$5,46 \cdot 10^3$	$< 1 \cdot 10^2$	$5,43 \cdot 10^3$