



Pontificia Universidad Católica Argentina

Ingeniería Agronómica

Impacto en el rendimiento del cultivo de maíz con la aplicación de bacterias promotoras del crecimiento al norte de la Provincia de Buenos Aires.

**Trabajo final de graduación para optar por el título de Ingeniero
Agrónomo**

Autor: Fernández Vidal Justo

Tutor: Jecke Fernando Ariel

Fecha de defensa: 2024

Resumen

El maíz, *Zea mays L.*, es uno de los cultivos más antiguos del mundo. Perteneciente a la familia de las gramíneas, es una especie de gran importancia a nivel mundial y nacional, siendo el cultivo de mayor área sembrada y cosechada del mundo. En Argentina, la mayor parte de la producción de grano se exporta y aproximadamente un tercio de la misma se usa internamente como forraje o es destinado a las industrias de molienda y producción de etanol. El área de siembra ha aumentado en forma sostenida durante los últimos diez años. La producción podría ser intensificada, de manera sostenible, abordando algunas de las mayores limitantes, como son la nutrición, la calidad de siembra, las deficiencias en protección, una correcta elección del cultivar, el ajuste del momento y tecnología de cosecha, y la mejora de instalaciones para transporte y almacenamiento, entre otras.

El objetivo de este trabajo es medir el impacto, en forma cuantificada, de bacterias promotoras del crecimiento, sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz en Buenos Aires. El ensayo se realizó en la localidad de San Antonio de Areco, al norte de la provincia, durante la campaña 2022/23, con un diseño en bloques al azar, con cuatro repeticiones para cada tratamiento. Se hicieron diecisiete tratamientos con distintas bacterias promotoras y combinaciones de éstas, más cuatro testigos para comparar.

Se realizaron los análisis entre tratamientos utilizando el programa Infostat, con un error alfa = 0,05 para considerar diferencias significativas entre medias. Los tratamientos promediaron un rendimiento de 4.973,14 kilogramos por hectárea. Se encontraron diferencias significativas entre distintos tratamientos, el rendimiento del n°4 resultó ser estadísticamente inferior a los demás, mientras que los tratamientos n° 1 y 8 resultaron ser mayores. Los demás no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre sí. Esta situación es posible se haya dado por las condiciones climáticas adversas que atravesó el cultivo durante su desarrollo vegetativo y reproductivo. La falta de precipitaciones y las altas temperaturas pueden haber condicionado la demanda de nutrientes y el desarrollo del cultivo, explicando los bajos rendimientos obtenidos en todas las parcelas.

Palabras clave: maíz, fertilización, bacterias promotoras del crecimiento.

Tabla de contenido

Introducción	4
Importancia mundial.....	5
Importancia Nacional	6
Botánica.	7
Estadios de desarrollo.	8
Hipótesis	¡Error! Marcador no definido.
Objetivo	¡Error! Marcador no definido.
Objetivos específicos	¡Error! Marcador no definido.
Especificaciones del producto.....	¡Error! Marcador no definido.
Materiales y Métodos.....	¡Error! Marcador no definido.
Ubicación del ensayo.....	15
Características climáticas.	15
Suelo:	15
Historia del lote:	17
Tratamientos	17
Ensayo:	¡Error! Marcador no definido.
Resultados.....	¡Error! Marcador no definido.
Discusión y Conclusiones	¡Error! Marcador no definido.
Bibliografía.....	27

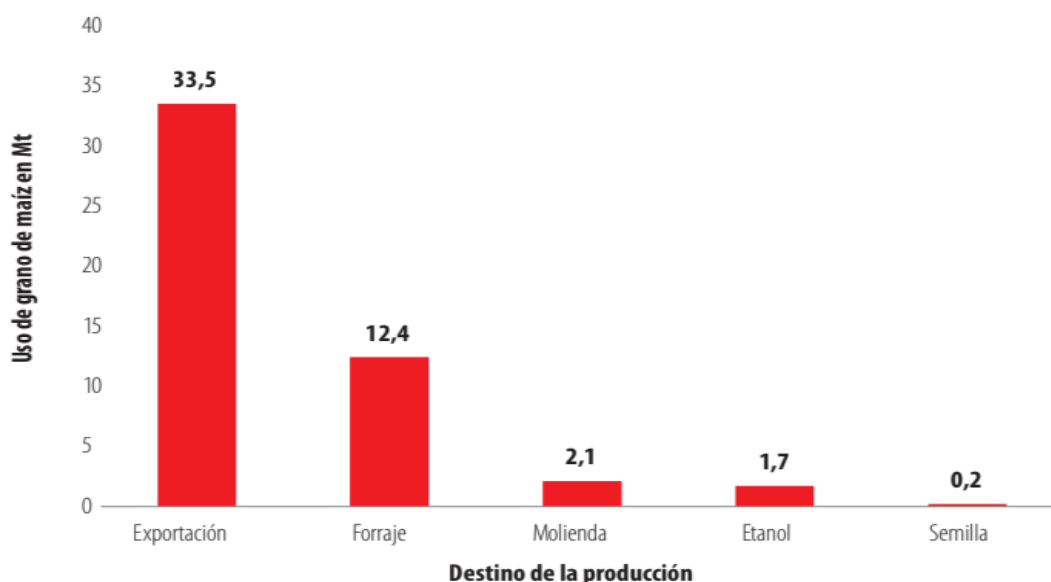
Introducción

El maíz (*Zea mays L.*) es uno de los cultivos de mayor importancia en la agricultura a nivel mundial, debido a su uso para la alimentación humana y animal, en la agroindustria y más recientemente en la producción de biocombustibles. En Argentina, este cultivo ocupa el segundo lugar en términos de mayor extensión de siembra y cosecha, detrás de la soja y la superficie sembrada se ha incrementado en la última década, incluyendo diferentes regiones agroecológicas (FAO, 1993, Presello, Giménez, & Ferragutti, 2022).

Argentina, como uno de los principales productores de maíz, exporta gran parte de su producción y utiliza el resto como forraje, tanto para producción avícola como de carne vacuna, porcina y para confeccionar alimentos balanceados para tambos. Existe un porcentaje de la producción que es aprovechada para generar etanol y para molienda, tanto húmeda como seca, obteniendo subproductos como almidón, maicena, aceite, jarabe, y copos, sémola y harina, respectivamente (Presello, Giménez, & Ferragutti, 2022).

Del total de la producción de maíz a nivel nacional, un 67% se destina a exportación, mientras que un 25% se destina a forraje. La producción de etanol y la molienda (seca y húmeda) implican un 3,4% y 4,2% respectivamente. El porcentaje restante es destinado a semilla.

Figura 1: Principales destinos de la producción de maíz en Argentina durante la campaña de cultivo 2019/2020. Fuente: Presello, Giménez, & Ferragutti, (2022)



La industria de biomateriales es una de las de mayor proyección de crecimiento a nivel mundial. Su principal materia prima es el grano de maíz, por lo que será crucial lograr incrementar los rendimientos del cultivo para satisfacer esa demanda.

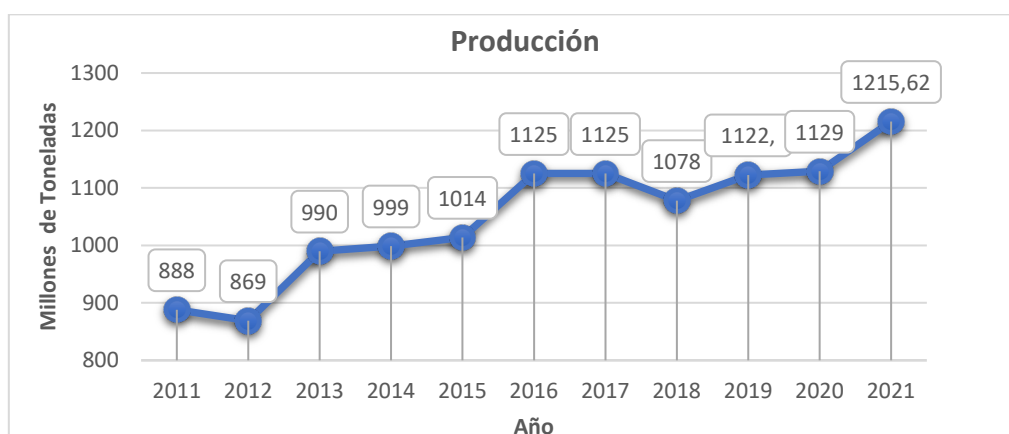
Impacto en el rendimiento del cultivo de maíz con la aplicación de bacterias promotoras del crecimiento en el norte de la provincia de Buenos Aires

Importancia mundial

El maíz es uno de los cultivos alimenticios de mayor importancia a nivel mundial, por representar la base de la alimentación de millones de personas y adaptarse a diferentes condiciones edafoclimáticas. La producción mundial de maíz se ha incrementado notablemente en los últimos diez años, posicionándose como el cereal más producido a nivel mundial en el último año al registrar valores de aproximadamente 1.160 millones de toneladas métricas en la temporada 2022/23, dejando al trigo y el arroz en el segundo y tercer lugar respectivamente (FAO, 2020; Otegui, Cirilo, Uharte, & Andrade, 2021; FAO, 2023). Los países responsables del 50% de la producción de maíz en el mundo son Estados Unidos, Brasil y Argentina, representando en conjunto, el 70% de su comercio internacional (CLARIN, 2022).

En la siguiente imagen puede apreciarse la evolución de la producción mundial de maíz entre 2011 y 2021, llegando en el año 2021 a 1.215,62 millones toneladas y 206,86 millones hectáreas.

Figura 2: Producción mundial de Maíz en millones de toneladas desde el año 2011 hasta el 2021. Fuente: Modificado de Statista, (2023).

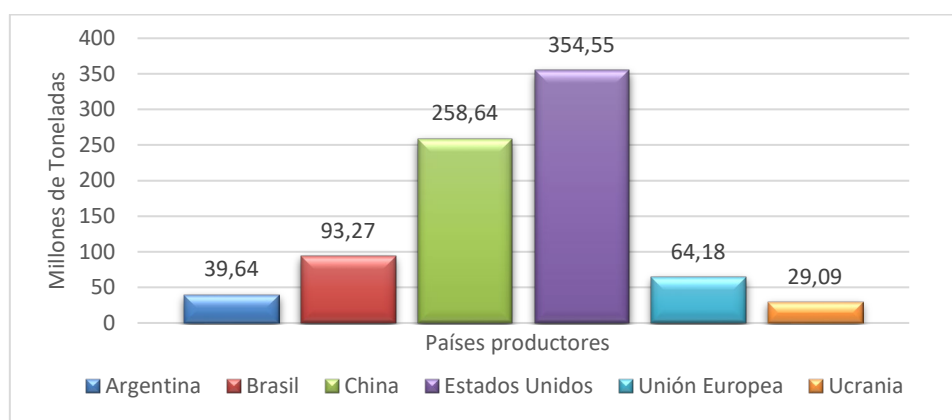


Según datos proporcionados por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 2023), el principal productor de maíz es actualmente Estados Unidos, con un total registrado de 382.354 millones de toneladas. En segundo lugar, se encuentra China, con 277 millones de toneladas y en tercer lugar lo ocupa Brasil, con 129 millones de toneladas.

Figura 3: Producciones promedio en millones de toneladas de los Principales Productores de Maíz sus entre los ciclos 2012/13 y 2022/23.

Fuente: Adaptado de Bolsa de Comercio de Rosario, (2023).

Impacto en el rendimiento del cultivo de maíz con la aplicación de bacterias promotoras del crecimiento en el norte de la provincia de Buenos Aires



En la actualidad, el principal importador de maíz es Brasil, seguido de Estados Unidos y Argentina. Empleando para su procesamiento, plantas de molienda, las cuales se encuentran ubicadas mayoritariamente en las principales zonas productoras del cereal.

Importancia Nacional

En Argentina, la producción de maíz posee gran diversidad de usos, al ser cultivada para su uso forrajero, como materia prima en la fabricación de productos alimenticios o químicos en la industria y para la alimentación humana, en dónde se incorpora a la dieta a través de la elaboración de diferentes recetas.

El uso predominante del maíz como grano forrajero o industrializado constituye un factor clave para para expandir la economía argentina en el mercado mundial, debido a que, desde el año 2019 y hasta la fecha, el principal destino de la producción del grano es la exportación (CLARIN, 2022; Presello, Giménez, & Ferragutti, 2022).

Según datos del INDEC, después de la soja, el maíz es el cultivo que mayor superficie abarca del territorio argentino. En la campaña 2020/2021 ocupó una superficie de 7,4 millones de hectáreas, las cuales pudieron incrementarse en los ciclos posteriores, según estimaciones de la Bolsa de Comercio de Rosario (BCR, 2021).

Las provincias con mayor producción de maíz en Argentina son Córdoba, Buenos Aires, Santa Fe y Santiago del Estero, las cuales se encuentran ubicadas dentro de la “Zona Núcleo Maicera” y en conjunto, concentran el 80% de la producción nacional (Ministerio de Hacienda de la República Argentina, 2019).

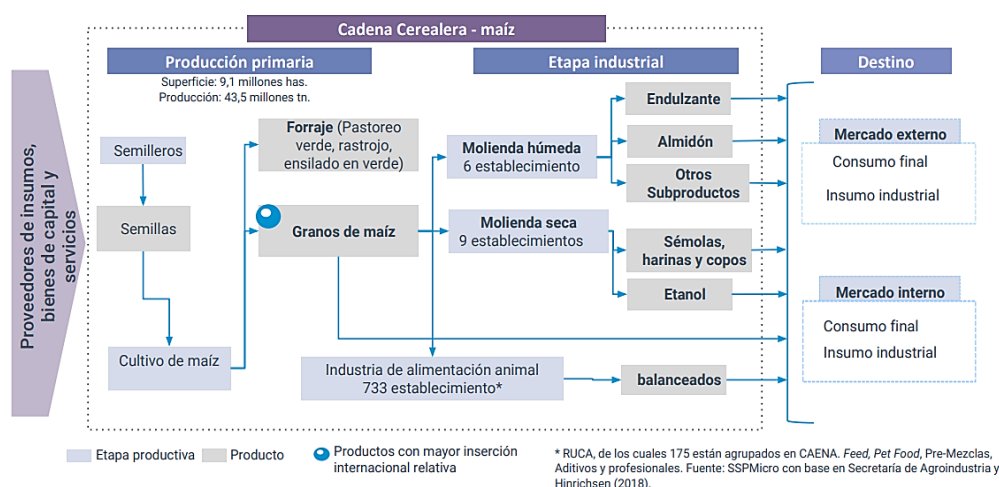
En este sentido, las estimaciones agrícolas recientes, publicadas por la secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Argentina, reportan que, durante la campaña 2021/22 se sembró una superficie de 10,6 millones de hectáreas, con un rinde promedio estimado de 49 millones de toneladas (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2023).

El destino de la producción de maíz en Argentina puede representarse a través de un esquema de la cadena de valor, como el que se presenta a continuación:

Impacto en el rendimiento del cultivo de maíz con la aplicación de bacterias promotoras del crecimiento en el norte de la provincia de Buenos Aires

Figura 3: Esquema de la Cadena de Valor del Cultivo de maíz durante el ciclo 2018.

Fuente: Ministerio de Hacienda de la República Argentina, (2019).



Según datos del Observatorio de Complejidad Económica (OEC) y la Bolsa de Comercio de Rosario, en el 2022 se exportaron en total 35 millones de toneladas de granos, por un total de 9,5 millones de dólares, siendo el principal destino de las exportaciones, Vietnam.

Botánica.

El maíz, cuyo nombre científico es *Zea mays* L., es una planta herbácea anual, monoica, perteneciente a la familia gramínea, de tipo fotosintético C4 (fija CO₂ en ácidos de cuatro carbonos en el proceso de fotosíntesis), con una alta tasa de actividad fotosintética y capacidad de adaptación a una gran variedad de climas, suelos, latitudes y altitudes. (Saavedra & González, 2014; Paliwal, Granados, Lafitte, & Violic, 2001).

El maíz puede clasificarse en dos tipos diferentes, dependiendo de la latitud y del ambiente en el que se cultiva. El maíz tropical, se cultiva en ambientes más cálidos, ubicados entre la línea ecuatorial y los 30° de latitud sur y los 30° de latitud norte, por su parte, maíz de zona templada, se cultiva en climas más fríos, ubicados más allá de los 34° de latitud sur y norte.

La altura promedio de las plantas oscila entre 2,0 y 2,5 m y posee abundantes hojas (hasta 30) y un sistema radical fibroso. En la mitad superior de la planta se desarrollan una o dos yemas laterales en la axila de las hojas, estas terminan en una inflorescencia femenina la cual se desarrolla dando origen a una mazorca cubierta por entre 12 a 14 hojas modificadas que la envuelven (esta es la parte de la planta que almacena reservas). La parte superior de la planta termina en una inflorescencia masculina o panoja, que posee una espiga central que sobresale y varias ramificaciones laterales (entre 30 y 40) con flores masculinas (que producen abundantes granos de polen).

El grano o fruto del maíz se denomina cariópse y se caracteriza por poseer la pared del ovario o pericarpio fusionada con la cubierta de la semilla o testa y ambas se combinan

para formar la pared del fruto. El fruto maduro se compone de tres partes principales: la pared, el embrión diploide y el endosperma triploide.

La apariencia del grano de maíz puede variar en cuanto al color del grano, la textura y la composición. Los tipos de maíz más importantes son: duro, dentado, reventón, dulce, harinoso, ceroso y tunicado (Paliwal, Granados, Lafitte, & Violic, 2001).

Estadios de desarrollo.

La descripción de los estados de desarrollo del cultivo se basa en la escala de Ritchie *et al.*, (1982). Pero la información que se lee a continuación se obtuvo de Ciampiti & Elmore, (2016) y el blog de Semillas Valle S.A., (2022).

Estado vegetativo

La letra V indica que se habla de un estadio vegetativo.

- VE (emergencia): ocurre cuando el coleóptilo emerge por encima de la superficie del suelo.
- V1-Primera hoja: Se puede apreciar el cuello de la primera hoja.
- V2-Segunda hoja: está visible el cuello de la segunda hoja. Emergencia de las raíces nodales bajo tierra.
- V4-Cuarta hoja: las raíces nodales ocupan el lugar de las raíces seminales. Hojas aún en desarrollo en el meristema apical.
- V6-Sexta hoja: Sexta hoja con cuello completamente visible. Emergencia del punto de crecimiento por encima del suelo. Alargamiento del tallo.
- V10-Décima hoja: Desarrollo de las raíces de anclaje en nodos inferiores. Alta demanda de nutrientes y agua (Etapa crítica para la determinación del número total de granos y el tamaño de la mazorca)
- V14-Catorce Hojas: Se acelera el crecimiento de la planta. Alta sensibilidad al estrés por calor o sequía.
- Vn: número total de hojas desarrolladas antes de la aparición de la panoja.
- VT Aparición de panoja: Última rama de la panícula completamente visible. Determinación del número final de granos y tamaño potencial de la mazorca. Alta demanda de agua y nutrientes.

Estado reproductivo

La letra R indica que se habla de los 6 estadios reproductivos.

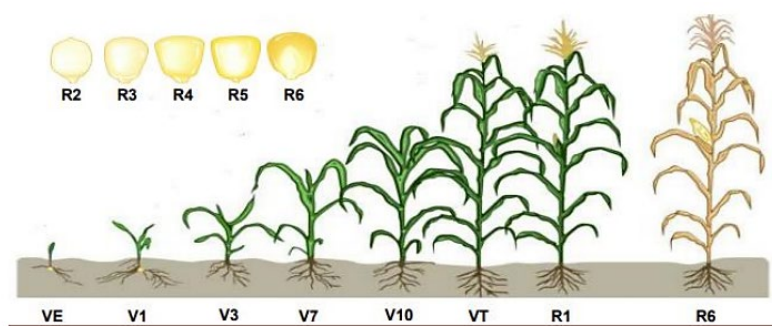
- R1 Aparición de los Estigmas: los estigmas (barbas de la mazorca) son visibles por encima de la chalaza de la mazorca. Ocurre la antesis o floración masculina. Se alcanza la altura máxima de la planta
- R2 Blister: Granos con forma de ampolla. Se inicia el llenado de los granos con un líquido claro. Es posible ver el embrión.
- R3 Grano lechoso: los granos se llenan por completo con un líquido lechoso blanco, indicativo de la acumulación de almidón. Las condiciones de estrés pueden causar el aborto del grano.

Impacto en el rendimiento del cultivo de maíz con la aplicación de bacterias promotoras del crecimiento en el norte de la provincia de Buenos Aires

- R4 Grano Pastoso: El líquido almidonado dentro del grano tiene una consistencia similar a la de una masa. Rápida acumulación de almidón y nutrientes. El embrión mide aproximadamente la mitad del tamaño del grano.
- R5 Grano Dentado: Llenado de la parte superior de los granos con almidón sólido (si el genotipo presente genotipo dentado, los granos adquieren la forma dentada). Cuando se observa el grano desde el costado, es posible apreciar una "línea de leche".
- R6 Grano madurado: Madurez fisiológica del grano. Formación de una capa negra en la base del grano que bloquea el movimiento de materia seca y nutrientes desde la planta al grano. El grano alcanza su peso seco máximo (30-35%).

Figura 4: Estadios de desarrollo de la planta de maíz.

Fuente: Mello, (2022).



Consideraciones sobre el manejo del cultivo de maíz

Calidad de la Semilla

El potencial fisiológico de la semilla de maíz disminuye con el envejecimiento y afecta de forma negativa su capacidad de germinación, así como el crecimiento inicial y el vigor de la plántula.

En este sentido, el porcentaje de germinación y el vigor inicial son factores clave para el establecimiento del cultivo, principalmente en ambientes con condiciones restrictivas. Esto implica que, el desarrollo de la nueva plántula depende de la movilización de reservas y de la eficiencia en la utilización de las mismas.

Captación y uso de la radiación

La interceptación de la radiación solar y su posterior conversión en biomasa, afectan la producción de los cultivos y el maíz no es la excepción. Esto se debe a que, la cantidad de radiación incidente que es interceptada de forma efectiva por el cultivo está determinada por tres factores: el área foliar, la orientación de la hoja (ángulo de inclinación con respecto al tallo) y la duración del área verde de la hoja.

Con respecto a este último factor, es importante destacar que, el llenado y el rendimiento son afectados de manera positiva por el tiempo de duración de las hojas verdes en la planta.

Fertilización en Maíz

La correcta fertilización de cultivos no es una ciencia exacta, porque requiere de la identificación de criterios adecuados, que permitan determinar las dosis óptimas de nutrientes para cubrir las necesidades de las plantas, minimizando las pérdidas por evaporación o lixiviación, considerando factores como las características de los fertilizantes disponibles, la movilidad de nutrientes en el suelo y el orden en la rotación de cultivos (Perdomo & Cardellino, 2006; INTA, 2023).

Todo esto, permite determinar la oferta de nutrientes en el suelo, así como el momento y las dosis adecuadas de nutrientes para asegurar un buen desarrollo y crecimiento foliar que garantice altos rendimientos y promueva la sustentabilidad de la producción. Por ejemplo, para que un cultivo de maíz produzca 12.000 Kg/Ha de rendimiento, necesita absorber 264 Kg/Ha de nitrógeno (N), 48 Kg/Ha de fósforo (P) y 48 Kg/Ha de azufre (S) (García, 2005; Acosta & Karajallo, 2018; INTA, 2023).

El principal indicador de rendimiento en maíz es el número final de granos obtenidos por unidad de superficie y para lograrlo, es necesario garantizar una nutrición adecuada, en momentos clave de su desarrollo, siendo algunos de ellos, el estadio V6, para asegurar un buen desarrollo y crecimiento foliar y R1, con el fin de lograr un óptimo estado fisiológico durante el período de floración (García, 2005).

Figura 5: requerimientos totales de nutrientes e índices de cosecha para el maíz. Fuente: Modificado de INTA, (2011)

Nutriente	Requerimientos totales Kg/ Tn de grano	Indice de Cosecha (%)
Nitrógeno (N)	22	66
Fósforo (P)	4	75
Potasio (K)	19	21
Calcio (Ca)	3	10
Magnesio (Mg)	3	50
Azufre (S)	4	35
Boro (B)	0,02	
Cloro (Cl)		
Cobre (Cu)	0,013	
Hierro (Fe)	0,125	
Manganeso Mn)	0,189	
Molibdeno (Mo)		
Zinc (Zn)	0,053	

Una característica de los suelos de la Argentina es la deficiencia en nitrógeno (N) y fósforo (P), aunque debido a la intensificación en el uso de la tierra, también se han registrado otras deficiencias en azufre (S) y micronutrientes (Zn y Bo), además de cambios en el pH del suelo, durante los últimos años. En la región pampeana, los

elementos de mayor efecto limitante sobre la producción son el nitrógeno, fósforo, azufre, calcio, molibdeno y boro (García, 2005; INTA, 2019).

Por lo tanto, para garantizar el éxito de la producción de granos de maíz, es necesario evaluar la nutrición del cultivo desde el período de pre-siembra hasta la cosecha, empleando el análisis de suelo como una herramienta básica en la determinación de los niveles de fertilidad de suelo y determinar las necesidades de fertilización.

De igual forma, los análisis foliares, permiten ampliar la base del diagnóstico nutricional, sobre todo para la determinación de nutrientes que poseen una compleja dinámica en el suelo (García, 2005).

Uso de microorganismos en la Fertilización de Maíz

En los últimos años se han considerado nuevas alternativas para garantizar la productividad de las actividades agrícolas y al mismo tiempo, reducir el impacto sobre el ambiente de la fertilización nitrogenada. Una de ellas es el uso de microorganismos benéficos y rizobacterias, por su efecto sobre el desarrollo vegetativo de la planta y los rendimientos. El mejor ejemplo de esto es el uso de microorganismos de suelo aplicados sobre las semillas y compuestos orgánicos bioestimulantes sobre las semillas o por vía foliar, para acelerar el crecimiento inicial de la planta y transformar metabolitos nocivos presentes en el suelo (Zankar, Abarza, Bacardo, & Altamirano, 2017; INTA, 2023).

Entre los organismos vivos, empleados en el cultivo de maíz, se pueden mencionar: *Azospirillum brasilense*, cuya función es la fijación de nitrógeno (N) y *Pseudomonas spp*, con funciones de solubilizador de fósforo y supresor de patógenos.

Otros estudios realizados en regiones de clima tropical refieren que la combinación de *Azospirillum brasilense* con *Chromobacterium violaceum* y fertilizantes químicos, incrementa el rendimiento del grano en el cultivo de maíz (Martínez, y otros, 2018).

Características de las bacterias diazotróficas

Existe además otro tipo de bacterias fijadoras de nitrógeno llamadas diazotróficas. Son bacterias aeróbicas estrictas, por lo que necesitan la presencia de oxígeno para desarrollarse. Son endófitas y no presentan actividad patógena para las plantas, por eso se las encuentra dentro de los tejidos vegetales. Al ser acidófilas, se desarrollan de forma óptima en ambientes con pH inferior a 5. Las bacterias diazotróficas son gram-negativas dada su estructura didérmica, al presentar doble membrana celular presentan una tinción color rosada/rojizo cuando se las somete a la coloración de Gram.

Este tipo de bacteria logra la fijación biológica de nitrógeno del aire de forma natural, y pueden hacerlo en simbiosis a nivel radicular y/o foliar. Las bacterias colonizan los tejidos de la planta y comienzan a capturar nitrógeno del aire, haciéndolo disponible para el cultivo. A su vez, las bacterias aprovechan los fotoasimilados de los haces vasculares como fuente de energía, dándose así la relación simbiótica. Dentro de este

tipo de bacterias, se encuentra la *Gluconacetobacter diazotrophicus*, que fue aislada por primera vez en 1988 en cultivos de caña de azúcar en Brasil y la bacteria *Paraburkholderia tropica*, que se aisló originalmente en cultivo de maíz en México en 2004.

Estas bacterias pueden colonizar inicialmente el sistema radicular de las plantas y luego, trasladándose por el floema, llegar hasta las hojas. Allí, se ubicarán en primera instancia en el pecíolo y continuarán colonizando los haces vasculares. A nivel celular, las bacterias se pueden encontrar en el apoplasto y también intracelularmente. Aplicadas foliarmente, las bacterias ingresan por los estomas y así comienza la colonización.

Las bacterias diazotróficas no solo promueven el crecimiento del cultivo mediante la fijación de nitrógeno del aire, haciendo que el nutriente quede a disposición de la planta, sino también producen fitohormonas que promueven el crecimiento como las auxinas y las giberelinas, generan la solubilización de fosfatos, potasio y zinc en la rizósfera y tienen actividad antifúngica.

Hipótesis

La aplicación de bacterias promotoras del crecimiento en el cultivo de maíz tiene una respuesta positiva en los componentes de rendimiento y su producción por unidad de superficie.

Objetivo

- El objetivo de este ensayo es medir el impacto, en forma cuantificada, que tienen las bacterias promotoras sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz en el norte de Buenos Aires.

Objetivos específicos

- Evaluar el impacto sobre el rendimiento, sus componentes y parámetros fisiológicos en el cultivo de maíz por la utilización de *Gluconacetobacter diazotrophicus* con distintas dosis.
- Evaluar el impacto sobre el rendimiento, sus componentes y parámetros fisiológicos en el cultivo de maíz por la utilización de *Gluconacetobacter diazotrophicus* con distintas dosis de fertilizante nitrogenado.
- Evaluar el impacto sobre el rendimiento, sus componentes y parámetros fisiológicos en el cultivo de maíz por la utilización de *Paraburkholderia tropica* con distintas dosis.
- Evaluar el impacto sobre el rendimiento, sus componentes y parámetros fisiológicos en el cultivo de maíz por la utilización de *Paraburkholderia tropica* con distintas dosis de fertilizante nitrogenado.
- Evaluar el impacto sobre el rendimiento, sus componentes y parámetros fisiológicos en el cultivo de maíz por la utilización de las bacterias *Gluconacetobacter diazotrophicus* y *Paraburkholderia tropica* combinadas y con distintas dosis.
- Evaluar el impacto sobre el rendimiento, sus componentes y parámetros fisiológicos en el cultivo de maíz por la utilización de las bacterias *Gluconacetobacter diazotrophicus* y *Paraburkholderia tropica* combinadas y con distintas dosis de fertilizante nitrogenado.

Especificaciones del producto

Los productos utilizados en este ensayo son fertilizantes biológicos promotores del crecimiento producido por la empresa Biotica Life Sciences, empresa dedicada a la innovación, desarrollo e investigación de bioinsumos.

BIOT!CA N2 es un bioinsumo que promueve el crecimiento del cultivo en base a la capacidad de fijación de nitrógeno del aire que tienen las bacterias que lo componen. Así, el nutriente queda a disposición de la planta en tejidos internos sin darse competencia con otros microorganismos. Además, las bacterias producen fitohormonas, generan la solubilización de fosfatos y potasio en la rizósfera y tienen actividad antifúngica.

BIOT!CA N2 Pbk: composición *Paraburkholderia tropica* 1×10^9 UFC/ml a la fabricación y 1×10^7 UFC/ml al vencimiento.

BIOT!CA N2 Gd: composición *Gluconacetobacter diazotrophicus* 1×10^9 UFC/ml a la fabricación y 1×10^7 UFC/ml al vencimiento.

Tabla 1:

BIOT!CA N2 Pbk	Dosis en surco	Dosis foliar	Tratamiento de semillas
Trigo, Cebada, Soja	400cc cada 100kg de semilla	400-800 cc por ha (mínimo 30 lts de caldo por ha)	400-800 cc por ha (mínimo 80 lts de caldo por ha)
Maíz, Sorgo, Girasol, Algodón	20cc por kg de semilla	400-800 cc por ha (mínimo 30 lts de caldo por ha)	400-800 cc por ha (mínimo 80 lts de caldo por ha)

Tabla 2:

BIOT!CA N2 Gd	Dosis en surco	Dosis foliar	Tratamiento de semillas
Trigo, Cebada, Soja	400cc cada 100kg de semilla	400-800 cc por ha (mínimo 30 lts de caldo por ha)	400-800 cc por ha (mínimo 80 lts de caldo por ha)
Maíz, Sorgo, Girasol, Algodón	20cc por kg de semilla	400-800 cc por ha (mínimo 30 lts de caldo por ha)	400-800 cc por ha (mínimo 80 lts de caldo por ha)

Materiales y métodos

Ubicación del ensayo.

Lugar: San Antonio de Areco

Campaña: 2022/2023

Fecha de siembra: 29 de diciembre de 2022 (29/12/2022)

La entrada del establecimiento donde se realizó el ensayo se encuentra en el kilómetro 125 de la ruta 8.

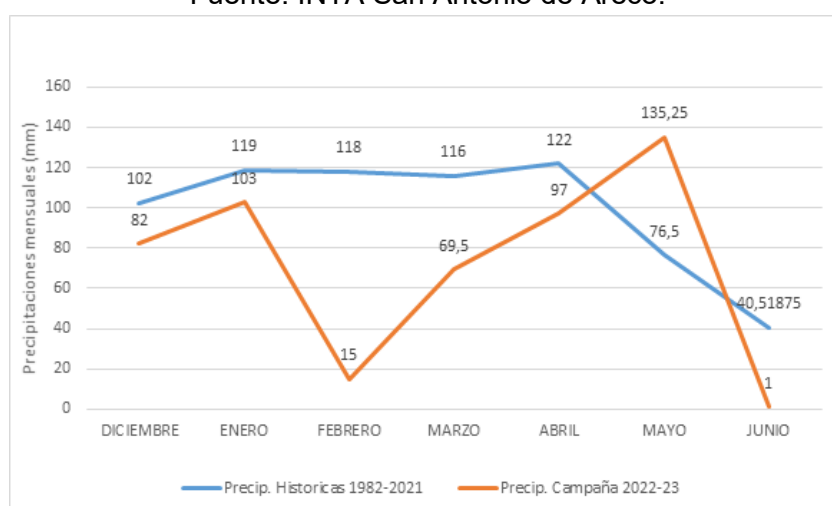
Las coordenadas Geográficas: Longitud: - 59° 33'12.93''O. Latitud: - 34° 11'14.22''S. (Google Earth).

Cota del área del ensayo: 41 metros. (Google Earth).

Características climáticas.

Figura 6: Precipitaciones. Históricas y campaña 22/23.

Fuente: INTA San Antonio de Areco.



En la Figura 6 se presentan las precipitaciones mensuales registradas entre los meses de diciembre hasta junio de la campaña 2022-23 y las precipitaciones históricas promedio mensuales registradas para los mismos meses entre 1982 y 2021.

La precipitación total registrada durante el ciclo de crecimiento del cultivo ascendió a los 502,5 mm, mientras que el promedio histórico entre el año 1982 y 2021 para los mismos meses fue de 694 mm lo que pone en evidencia la disminución de oferta hídrica que tuvo durante su crecimiento. La siembra del cultivo se vio retrasada por la escasa oferta hídrica que hubo durante el invierno y la primavera que no permitió contar con reservas hídricas suficientes en el suelo para asegurar una correcta implantación en la fecha de siembra óptima del mismo. A la siembra y durante las etapas vegetativas (Diciembre – Enero) el cultivo recibió adecuadas precipitaciones que permitieron un óptimo establecimiento del mismo y un adecuado desarrollo vegetativo. Sin embargo, las mismas se vieron seriamente restringidas durante el mes de febrero y durante casi todo

el mes de marzo lo que impuso un severo estrés hídrico, que junto con las altas temperaturas registradas en estos meses, afectaron la etapa reproductiva del mismo condicionando fuertemente la expresión del rendimiento

Suelo:

El partido de San Antonio de Areco se encuentra dentro de la región Pampa Ondulada y pertenece al dominio edáfico 8 cubierto por un manto loessico de más de 2 metros de espesor. El ensayo se realizó en la unidad cartográfica 8a, donde el paisaje es de lomas alargadas o planicies suavemente onduladas con pendientes de 0.5-1%.

El suelo de la región es muy oscuro, profundo, bien drenado y de aptitud agrícola (capacidad de uso 2). La textura es franco limoso (arcilloso), no sódico y no alcalino.

El suelo pertenece al grupo de los argiudoles típicos.

Tabla 9: perfil de suelo típico de la región. Fuente INTA – Serie Capitán Sarmiento.

Ap (0-28cm)	Pardo muy oscuro en húmedo; franco limoso; bloques subangulares; ligeramente duro; friable; ligeramente plástico; adhesivo; suave.
BAt (28-38cm)	Pardo grisáceo muy oscuro en húmedo; franco arcilloso limoso; bloques subangulares medios; blando
Bt (38-97cm)	Pardo oscuro en húmedo; arcilloso; prismas regulares gruesos; friable; plástico; abundantes clayskins.
C (180-225cm)	Pardo a pardo claro en húmedo y rosado en seco; franco arcilloso limoso; masivo; suelto; no adhesivo.

Figura 7: Característica del suelo.
Fuente: INTA San Antonio de Areco.

SUELOS DE LA REPÚBLICA ARGENTINA 1:500.000 Y 1:1.000.000	
Campo	Valor
% de pendiente suelo principal	0
% suelo Secundario	0
% suelo principal	100
% suelo terciario	0
Alcalinidad suelo principal	No sodico
Drenaje suelo principal	Bien drenado
Erosión eólica suelo principal	-
Erosión hídrica suelo principal	-
Gran Grupo suelo principal	Argiudoles

Impacto en el rendimiento del cultivo de maíz con la aplicación de bacterias promotoras del crecimiento en el norte de la provincia de Buenos Aires

IP	95
Límite Principal	Sin limitaciones
Límite suelo Secundario	-
Límite suelo terciario	-
Orden suelo Secundario	
Orden suelo principal	Molisoles
Posición suelo principal	Loma
Posición suelo terciario	
Profundidad suelo principal	100
Subgrupo suelo principal	Argiudoles típico
Subgrupo suelo terciario	
Símbolo	Mltc-1
Textura bs suelo principal	Franco arcillo limos
Textura en superficie suelo principal	Franco limosa
Tipo de Unidad	Consociación

Análisis del suelo:

Figura 8: Análisis de suelo efectuado al momento de la siembra

Materia Orgánica	Fósforo extractable	N-Nitratos (0-20) cm	N-Nitratos (20-40) cm	pH	CE	Zinc (0-20) cm
%	mg kg ⁻¹	ppm	Ppm	agua 1:2,5	dS m ⁻¹	ppm
3.5	13,3	16,3	7,2	5.6	0.17	1,2
Bajo	Medio	Medio	Medio	Acido	Baja	Medio

Historia del lote:

En el establecimiento, en los últimos 20 años se realizó agricultura. Y el antecesor en el lote del ensayo fue soja de primera.

Tratamientos

Tabla 10: detalle de los tratamientos realizados

Tratamiento	Descripción	Dosis (cc/Ha)	Momento de aplicación	% de Fertilización N Máxima
1	TESTIGO 100%	--	--	100%
2	TESTIGO 70%	--	--	70%
3	TESTIGO 50%	--	--	50%
4	TESTIGO 0%	--	--	0%
5	GD	400	Foliar V6	50%
6	GD	800	Foliar V6	50%
7	PBK	400	Foliar V6	50%

Impacto en el rendimiento del cultivo de maíz con la aplicación de bacterias promotoras del crecimiento en el norte de la provincia de Buenos Aires

8	PBK	800	Foliar V6	50%
9	GD + PBK	200 + 200	Foliar V6	50%
10	GD + PBK	400 + 400	Foliar V6	50%
11	GD	800	Foliar V6	70%
12	PBK	800	Foliar V6	70%
13	GD + PBK	400 + 400	Foliar V6	70%
14	GD	800	Foliar V6	0%
15	PBK	800	Foliar V6	0%
16	GD + PBK	400 + 400	Foliar V6	0%
17	GD + PBK + ALGAS	400 + 400 + 500	Foliar V6	0%

Ensayo

Para el ensayo se utilizó el diseño en bloques al azar, donde se divide el área en bloques homogéneos y dentro de cada bloque se distribuyen los tratamientos al azar. En este caso se realizaron cuatro repeticiones de cada bloque por tratamiento y diecisiete tratamientos (incluyendo al testigo), para un total de 68 unidades experimentales.

El tamaño de las parcelas fue de 2.8 metros x 5 metros, dejándose un espacio de 1 metro entre las cabeceras de las parcelas y 0.5 metros a los costados. La distancia entre surcos fue de 0.7 metros.

Una semana antes de la siembra, para facilitarla, se marcó el inicio de las parcelas con palos blancos y se marcaron líneas con el talón de palo a palo. Inicialmente se lo quiso hacer con pintura, pero como la tierra se encontraba muy seca, no funcionó.

Previo a la siembra, se realizó un barbecho el 16 de septiembre de 2022 donde se aplicó 1,0 l/ha de cletodim + 2,0 l/ha Glifosato al 62 %, así mismo, el 25 de noviembre de 2022 se aplicó 2,0 l/ha Glifosato al 62 % + 0,7 l/ha de 2,4 D + 0,14 l/ha de Picloram. En preemergencia se aplicó 200 grs/ha de Pyroxasulfone 85 % + 42 grs/ha de Saflufenacil al 70% + 1 kg/ha de atrazina 90 % + 2,0 l/ha Glifosato al 62 %.

La Fecha de siembra de maíz se llevó a cabo el día 29 de diciembre de 2022, y se utilizó el híbrido Híbrido NS 7921 Viptera 3 CL. En el momento de la siembra, también se aplicaron 100 kilogramos por hectárea de fosfato mono amónico (PMA).

El PMG del híbrido empleado es de 294 gramos. La densidad de siembra fue de 57.142 plantas por hectárea.

El momento de aplicación planificado para los distintos tratamientos (exceptuando a los cuatro tratamientos testigo) fue en V6. Para una mejor eficiencia del producto, es necesario que no llueva dentro de las 48 horas siguientes a la aplicación.

La aplicación efectiva de los tratamientos se llevó a cabo el 23 de enero del 2023 con una mochila de pulverización de CO₂, estando el cultivo en estadio V5 se aplicaron los tratamientos 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17. Se empleó una dosis de 150 litros por hectárea, a 4 bares de presión y pastillas cono hueco naranja sin agregado de coadyuvante. A todos los tratamientos se les agregó 200 cc por hectárea de Rizospray extremo.

El día 30 de enero de 2023, estando el cultivo en V7 se llevó a cabo una evaluación del número de plantas y cobertura, además de una evaluación de NDVI. El vigor fue evaluado el día 22 de marzo de 2023, en R3 (escala 1-5). El 27 de marzo de 2023 se pasó el ceptómetro para evaluar intercepción de la radiación (R3). La cosecha se efectuó el día 07 de julio de 2023, en cuatro metros lineales de cada unidad experimental (parcela).

Impacto en el rendimiento del cultivo de maíz con la aplicación de bacterias promotoras del crecimiento en el norte de la provincia de Buenos Aires

Durante todo el ciclo del cultivo se llevó a cabo un monitoreo para poder detectar a tiempo plagas, enfermedades o malezas. Para la fertilización, se usó 150 Kg/ha de Urea dosis al 100 %. La fecha de fertilización fue el 19 de enero de 2023 en V4.

Resultados

En la siguiente tabla se van a presentar los resultados de rendimientos, PMG y número de granos/espiga de los tratamientos evaluados.

Tabla 11: Valores promedio de rendimiento, peso de mil granos (PMG) y el peso hectolitro.

Tratamiento	Descripción	Rendimiento	PMG	PH (kg/Hl)
1	TESTIGO 100%	6662,83 B	340,20 A	68 A
2	TESTIGO 70%	5988,50 AB	334,06 A	68,18 A
3	TESTIGO 50%	5804,61 AB	323,42 A	68,4 A
4	TESTIGO 0%	3904,46 A	332,53 A	67,93 A
5	GD (400) 50%	6198,96 AB	336,48 A	67,38 A
6	GD (800) 50%	6037,04 AB	342,12 A	69,33 A
7	PBK (400) 50%	6313,96 AB	344,98 A	69 A
8	PBK (800) 50%	6720,92 B	356,11 A	67,88 A
9	GD + PBK (200+200) 50%	6527,58 AB	339,73 A	68,28 A
10	GD + PBK 50%	6340,48 AB	336,16 A	68,43 A
11	GD 75%	6299,26 AB	335,19 A	68,35 A
12	PBK 75%	5899,09 AB	323,75 A	67,93 A
13	GD + PBK 75%	6280,52 AB	344,40 A	68,03 A
14	GD 0%	4149,89 AB	345,76 A	69,53 A
15	PBK 0%	4287,59 AB	331,06 A	68,13 A
16	GD + PBK 0%	4145,22 AB	332,87 A	68,65 A
17	GD + PBK +ALGAS 0%	4382,41 AB	347,08 A	68,8 A

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

Analizando los resultados, se encuentran diferencias significativas entre los tratamientos 4 (testigo 0%) comparado con los tratamientos 1 (testigo 100%) y 8 (PBK 800 50%) en relación al rendimiento por hectárea. El tratamiento testigo 0%, es decir el tratamiento nº 4, resultó en un rendimiento de 3.904,46 kilos, mientras que el tratamiento nº 8 obtuvo uno de 6.720,92 kg/ha y el nº 1 alcanzó los 6.662,83 kg/ha. Los tratamientos 1 y 8 han demostrado rendimientos superiores a los demás, mientras que el tratamiento nº 4 (testigo 0%) resultó ser el estadísticamente inferior. Se puede concluir que, tanto el testigo con 100% de dosis de fertilización nitrogenada como el tratamiento con Biotica N2 Pbk 800cc/ha y 50% de dosis de fertilización nitrogenada resultan ser los mejores tratamientos para maximizar el rendimiento del maíz. A su vez, todos los tratamientos han demostrado diferencias con respecto al testigo con 0% de dosis de fertilización, por lo que todos los tratamientos significan un incremento en el rendimiento del cultivo, aunque el mismo puede no ser estadísticamente significativo.

Impacto en el rendimiento del cultivo de maíz con la aplicación de bacterias promotoras del crecimiento en el norte de la provincia de Buenos Aires

No hay diferencias estadísticamente significativas en el peso de mil granos (PMG) de los distintos tratamientos evaluados. El tratamiento de mayor peso de mil granos es el 8 y el tratamiento 12 el de menor PMG. En este caso, el testigo absoluto (4) obtuvo el tercer menor resultado.

Como en el caso anterior, no hay diferencias estadísticamente significativas en el peso hectolitro (PH) de los distintos tratamientos evaluados. El tratamiento de mayor peso hectolitro es el 14 y el de menor peso hectolitro es el 4. En este caso es testigo tampoco supera a ningún tratamiento.

En la siguiente tabla se presentan los resultados de plantas por hectárea, interceptación de la radiación e Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada de Greenseeker de los tratamientos evaluados.

Tabla 12: Valores promedio de las variables plantas/Hectárea, interceptación de la radiación y NDVI por Greenseeker.

Tratamiento	Descripción	Plantas/ Hectárea	Intercepción de la Radiación (R3)	NDVI (V7)
1	TESTIGO 100%	59821,5 A	80,48 A	0,63 A
2	TESTIGO 70%	62500,25 A	80,75 A	0,63 A
3	TESTIGO 50%	62500 A	84,98 A	0,66 A
4	TESTIGO 0%	61607,25 A	76,85 A	0,64 A
5	GD (400) 50%	58928,5 A	81,23 A	0,64 A
6	GD (800) 50%	60714,25 A	82,83 A	0,63 A
7	PBK (400) 50%	61607,25 A	84,9 A	0,62 A
8	PBK (800) 50%	60714 A	86,58 A	0,63 A
9	GD + PBK (200+200) 50%	62500 A	68,73 A	0,64 A
10	GD + PBK 50%	60714 A	76,88 A	0,65 A
11	GD 75%	62500 A	77,65 A	0,64 A
12	PBK 75%	60714,25 A	79,9 A	0,62 A
13	GD + PBK 75%	59821,5 A	78,8 A	0,62 A
14	GD 0%	60714,25 A	82,85 A	0,65 A
15	PBK 0%	61607 A	70,85 A	0,64 A
16	GD + PBK 0%	59821,5 A	79,48 A	0,62 A
17	GD + PBK +ALGAS 0%	61607,25 A	83,4 A	0,66 A

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

No hay diferencias estadísticamente significativas en la cantidad de plantas/hectárea entre los tratamientos. El tratamiento con el mayor número de plantas es el 2 y el que

presentó la menor cantidad de plantas por hectárea es el 5. El testigo absoluto (4) expresó el cuarto valor más alto junto con los tratamientos 7 y 17.

Como en las variables anteriores, no se evidencian diferencias estadísticamente significativas en la intercepción de la radiación entre tratamientos. El tratamiento 9 es el de mayor intercepción de la radiación solar y el 8 registró el menor valor.

No se observan diferencias estadísticamente significativas en el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) entre los tratamientos.

En la siguiente tabla presentan los resultados de vigor y porcentaje de cobertura de suelo los distintos tratamientos.

Tabla 13: Valores promedio para las variables vigor y Cobertura.

Tratamiento	Descripción	Vigor R3 (1-5)		Cobertura (V7)	
1	TESTIGO 100%	3,23	A	50,25	A
2	TESTIGO 70%	3,25	A	58	A
3	TESTIGO 50%	3,08	A	56,25	A
4	TESTIGO 0%	3,13	A	53,25	A
5	GD (400) 50%	3,23	A	53	A
6	GD (800) 50%	3,25	A	53,5	A
7	PBK (400) 50%	3,33	A	59,75	A
8	PBK (800) 50%	3,38	A	51,75	A
9	GD + PBK (200+200) 50%	2,98	A	56,25	A
10	GD + PBK 50%	3,18	A	56,5	A
11	GD 75%	3,18	A	56,25	A
12	PBK 75%	2,95	A	53,25	A
13	GD + PBK 75%	3,2	A	54,5	A
14	GD 0%	3,05	A	56,5	A
15	PBK 0%	3,15	A	52	A
16	GD + PBK 0%	3,23	A	54,5	A
17	GD + PBK +ALGAS 0%	3,4	A	54,75	A

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

No se evidencian diferencias estadísticamente significativas en el vigor de las plantas evaluadas entre tratamientos. El tratamiento 17 es sobresaliente con respecto al resto de los tratamientos y el 12 es el que registra el menor vigor.

Con respecto a la variable Cobertura, no hay evidencias de diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo, el tratamiento 7 obtuvo los valores más altos y el tratamiento 1 los más bajos.

En la siguiente tabla se resumen los resultados de Espigas/planta y granos sobre espigas registrados en los distintos tratamientos.

Tabla 14: Valores promedio de las variables. Espigas/planta y granos/Espigas

Tratamiento	Descripción	Espigas/Planta		Granos/Espiga	
1	TESTIGO 100%	1,16	A	379,25	A
2	TESTIGO 70%	1,14	A	388,75	A
3	TESTIGO 50%	1,16	A	383,5	A
4	TESTIGO 0%	1,14	A	376,5	A
5	GD (400) 50%	1,23	A	370,5	A
6	GD (800) 50%	1,11	A	380,5	A
7	PBK (400) 50%	1,16	A	393,25	A
8	PBK (800) 50%	1,16	A	388,75	A
9	GD + PBK (200+200) 50%	1,24	A	402,5	A
10	GD + PBK 50%	1,21	A	385,5	A
11	GD 75%	1,11	A	392,75	A
12	PBK 75%	1,24	A	353,5	A
13	GD + PBK 75%	1,19	A	393,75	A
14	GD 0%	1,27	A	373,25	A
15	PBK 0%	1,14	A	362	A
16	GD + PBK 0%	1,16	A	385,25	A
17	GD + PBK +ALGAS 0%	1,11	A	398,75	A

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

En la variable Espigas/planta, no se observa diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo, el tratamiento 14 obtuvo los valores más altos y el tratamiento 17 los más bajos.

De igual forma, no se observan diferencias estadísticamente significativas en la cantidad de granos por espiga entre tratamientos evaluados.

En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos para las variables plantas/ha a cosecha y altura de plantas registrados en los distintos tratamientos.

Tabla 15: Valores promedio de las variables plantas/Ha (cosecha) y altura.

Tratamiento	Descripción	Plantas/Ha (cosecha)		Altura	
1	TESTIGO 100%	61905	A	184	A
2	TESTIGO 70%	61905	A	183,25	A

Impacto en el rendimiento del cultivo de maíz con la aplicación de bacterias promotoras del crecimiento en el norte de la provincia de Buenos Aires

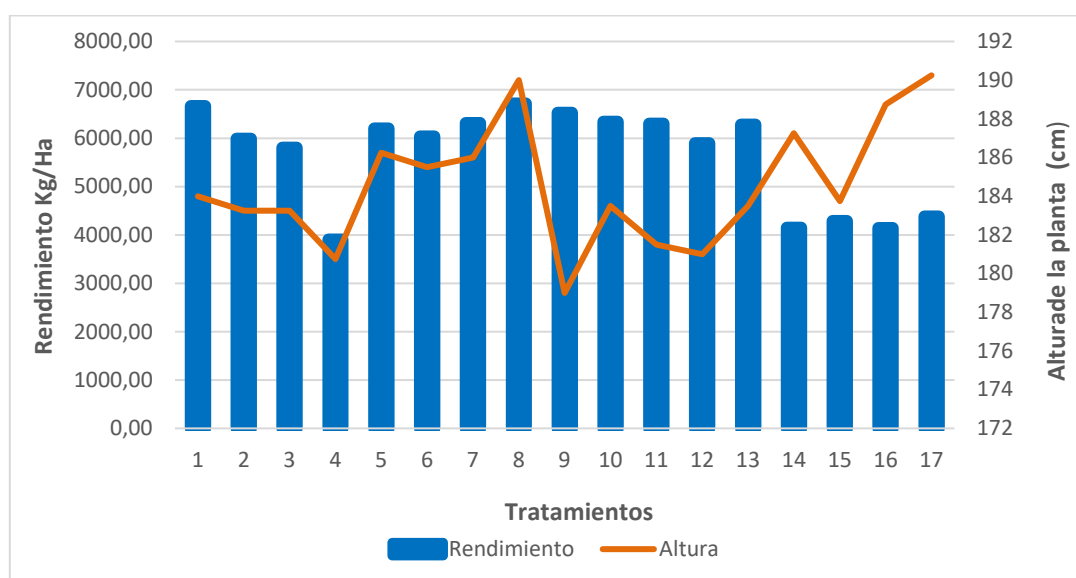
3	TESTIGO 50%	65476,5	A	183,25	A
4	TESTIGO 0%	64286	A	180,75	A
5	GD (400) 50%	61309,8	A	186,25	A
6	GD (800) 50%	64286	A	185,5	A
7	PBK (400) 50%	61309,8	A	186	A
8	PBK (800) 50%	59524	A	190	A
9	GD + PBK (200+200) 50%	63690,8	A	179	A
10	GD + PBK 50%	62500,3	A	183,5	A
11	GD 75%	61905	A	181,5	A
12	PBK 75%	62500,3	A	181	A
13	GD + PBK 75%	61905	A	183,5	A
14	GD 0%	60714,5	A	187,25	A
15	PBK 0%	65476,5	A	183,75	A
16	GD + PBK 0%	61309,8	A	188,75	A
17	GD + PBK +ALGAS 0%	63095,5	A	190,25	A

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

Para la variable plantas/hectárea a cosecha no se evidencian diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, sin embargo, el tratamiento 15 destaca sobre el resto de los tratamientos y el 8 muestra el menor valor.

No se evidencian diferencias estadísticamente significativas en la altura de las plantas para los tratamientos estudiados.

Figura 7: Rendimiento y Altura de las plantas de Maíz por tratamiento.



Discusión y conclusiones.

Siguiendo los resultados del ensayo, se puede concluir que tanto el testigo con 100% de dosis de fertilización nitrogenada como el tratamiento con Biotica N2 Pbk 800cc/ha y 50% de dosis de fertilización nitrogenada resultan ser los mejores tratamientos para maximizar el rendimiento del maíz debido, probablemente, a la mayor dosis de nitrógeno que posee el tratamiento 1. Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos 4 (testigo 0%) comparado con los tratamientos 1 (testigo 100%) y 8 (PBK 800 50%) en relación al rendimiento por hectárea. El tratamiento testigo 0%, es decir el tratamiento nº4, resultó en un rendimiento de 3.904,46 kilos, mientras que el tratamiento nº8 obtuvo uno de 6.720,92 kg/ha y el nº1 alcanzó los 6.662,83 kg/ha. Los tratamientos 1 y 8 han demostrado rendimientos superiores a los demás, mientras que el tratamiento nº4 (testigo 0%) resultó ser el estadísticamente inferior. Se puede concluir que, A su vez, todos los tratamientos han demostrado diferencias con respecto al testigo con 0% de dosis de fertilización, por lo que todos los tratamientos significan un incremento en el rendimiento del cultivo, aunque el mismo puede no ser estadísticamente significativo.

Así, se puede concluir que la hipótesis sobre la aplicación de bacterias promotoras del crecimiento en el cultivo de maíz y su respuesta en los componentes de rendimiento y su producción por unidad de superficie es parcialmente correcta, ya que si bien no se encontraron evidencias estadísticamente significativas sobre los componentes del rendimiento en ninguno de los tratamientos, si se las encontraron en la producción por hectárea. Además, todos los tratamientos mostraron diferencias frente al testigo con 0% de dosis de fertilizante nitrogenado, por lo que se puede concluir que la aplicación tanto de fertilizante en distintas dosis y la aplicación de bacterias diazotróficas promotoras del crecimiento pueden generar incrementos en la producción por hectárea de maíz, aunque esos incrementos no siempre son estadísticamente superiores.

Con respecto a la variable rendimiento, el tratamiento que mayor resultado mostro fue el 8 (PBK 800cc 50%) alcanzando los 6.721 kilos por hectárea. Seguido por el testigo con 100% de fertilización nitrogenada, cuyo valor alcanzó los 6.662,75 kilos. El resto de los tratamientos tuvieron resultados menores al testigo con fertilización al 100%, siendo el numero 4 (Testigo 0%), con un registro de 3.904,25 kilos, el de menor rendimiento debido al menor aporte de N que tenía dicho tratamiento. Entre los tratamientos 8 y 4 se observa una diferencia de 2.816,75 kilogramos.

El tratamiento 8 también manifestó el mejor comportamiento en la variable peso de mil granos (PMG) e intercepción de la radicación (R3), aunque no fue una diferencia estadísticamente significativa.

Al analizar otras variables asociadas al rendimiento, tales como número de espigas por planta, vigor y altura, el tratamiento 17 (GD + PBK +ALGAS con fertilización nitrogenada al 0%), registró los valores más altos, ocupando el segundo mejor lugar en las variables granos/espiga y peso de mil granos (PMG) debido, probablemente al efecto promotor de crecimiento de estos tres microorganismos.

Impacto en el rendimiento del cultivo de maíz con la aplicación de bacterias promotoras del crecimiento en el norte de la provincia de Buenos Aires

El rendimiento promedio de los tratamientos con bacterias diazotroficas en la dosis del 50 % de la fertilización N (tratamientos 5 al 10) fue de 6356 Kg/ha, mientras que el rendimiento del testigo con el mismo nivel de fertilización fue de 5805 Kg/ha lo que representa un incremento de producción de 551 Kg/ha, siendo el tratamiento 8 y el 9 los que se destacaron entre estos con aumentos de 916 y 723 Kg/ha respectivamente. En la dosis del 70 % de la fertilización N el uso de bacterias reporto un incremento de la producción de 171 Kg/ha promedio (tratamientos 11 al 13); mientras que en ausencia de fertilización N el incremento fue de 337 Kg para los tres tratamientos sin fertilización (tratamientos 14 al 17) con respecto al testigo del mismo nivel, logrando el tratamiento 15 y 17 un aumento de producción de 384 y 478 Kg/ha respectivamente

Esta campaña se caracterizó por la ausencia de agua en los meses previos a la implantación del cultivo lo que genero un atraso considerable de la fecha de siembra y un estrés hídrico y térmico durante el periodo crítico del mismo que limito fuertemente la producción. Se obtuvieron niveles de producción muy bajos para la zona con mermas de rendimientos del orden del 50 %. En estas condiciones se observaron respuestas por el uso de bacterias diazotroficas en la dosis de 50 % y 0% de N; mientras que en la de 70 % fue más escasa.

Es ese sentido, se hace necesario repetir el ensayo por al menos otro ciclo, para verificar si este comportamiento se repite o se observa una respuesta diferente bajo distintas condiciones ambientales.

Bibliografía

- Acosta, A., & Karajallo, J. (octubre de 2018). *Efecto de la aplicación de nitrógeno, e inoculación con bacterias promotoras de crecimiento sobre el cultivo de maíz*. Obtenido de https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/13290/27-agroalimentario-acosta-alejandro-une.pdf
- Bolsa de Comercio de Rosario. (23 de julio de 2021). *Argentina se encamina a un récord de siembras en la 2021/22*. Obtenido de <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/argentina-se#:~:text=El%20%C3%A1rea%20dedicada%20a%20la,de%207%2C4%20M%20ha>
- Bolsa de Comercio de Rosario. (17 de febrero de 2023). *Por primera vez, Brasil encabeza el ranking de mayores exportadores de maíz*. Obtenido de <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/por-primera-0>
- Ciampiti, I., & Elmore, R. (octubre de 2016). *Crecimiento y Desarrollo del Maíz*. Obtenido de [http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/F8402FFA808151620325816000706EF9/\\$FILE/Poster%20-%20CyD%20MAIZ%20-%20KSU.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/F8402FFA808151620325816000706EF9/$FILE/Poster%20-%20CyD%20MAIZ%20-%20KSU.pdf)
- CLARIN. (06 de agosto de 2022). *Los tres principales países productores de maíz, juntos para eliminar las barreras comerciales y científicas*. Obtenido de https://www.clarin.com/rural/principales-paises-productores-maiz-juntos-eliminar-barreras-comerciales-cientificas_0_myjJtEttND.html
- FAO. (1993). *El Maíz en la Nutrición Humana*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/T0395S/T0395S00.htm#Contents>
- FAO. (2020). *Maíz. Área producción Vegetal*. México D. F.: Trillas.
- FAO. (2023). *Situación Alimentaria Mundial*. Obtenido de <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es/>
- García, F. (2005). *Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz 1*. Obtenido de <https://www.profertil.com.ar/wp-content/uploads/2020/08/nutricion-en-el-cultivo-de-maiz-ipni-f-garcia-2005.pdf>
- Infoagronomo.net. (27 de septiembre de 2022). *Fases y Etapas Fenológicas del Maíz*. Obtenido de <https://infoagronomo.net/etapas-fenologicas-del-maiz/>
- INTA. (08 de mayo de 2019). *El Mapa de necesidades nutricionales de los suelos pampeanos*. Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/noticias/el-mapa-de-necesidades-nutricionales-de-los-suelos-pampeanos>

Impacto en el rendimiento del cultivo de maíz con la aplicación de bacterias promotoras del crecimiento en el norte de la provincia de Buenos Aires

- INTA. (22 de septiembre de 2023). *Fertilización en maíz, cómo maximizar el aprovechamiento de los nutrientes del suelo*. Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/noticias/fertilizacion-en-maiz-como-maximizar-el-aprovechamiento-de-los-nutrientes-del-suelo>
- INTA Rafaela (2011) Soja: Criterios para la fertilización del cultivo. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-manejo_de_la_fertilizacin_de_la_soja__en_regiones_tem.pdf
- INTAGRI. (2013). *La Fenología del Maíz y su Relación con la Incidencia de Plagas*. Obtenido de <https://infoagronomo.net/etapas-fenologicas-del-maiz/>
- Martínez, Lucas, Aguilar, C., Carcaño, M., Galdamez, J., Gutierrez, A., . . . Gómez, E. (2018). *Biofertilization and chemical fertilization of corn (Zea mays L.) at Villaflores, Chiapas, México*. Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2477-88502018000100026
- Mello, M. A. (julio de 2022). *Estimación de la Productividad de una Parcela de 35,8 Ha de Maiz en el Municipio de Grañen-Huesca a través de Imágenes Satelitales y Variables Climáticas*. Obtenido de https://oa.upm.es/72710/1/TFG_MARIA_ANGELES_CASTILLA_DE_MELLO.pdf
- Ministerio de Hacienda de la República Argentina. (2019). *Informe de Cadenas de valor de Cereales: Maiz*. Obtenido de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspmicro_cadenas_de_valor_maiz.pdf
- Otegui, M., Cirilo, A., Uhart, S., & Andrade, F. (2021). *Chapter 1. Maize*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128191941000013>
- Otegui, M., Riglos, M., & Mercau, J. (10 de julio de 2021). *Genetically modified maize hybrids and delayed sowing reduced drought effects across a rainfall gradient in temperate Argentina*. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33770157/>
- Paliwal, R., Granados, G., Lafitte, H., & Violic, A. (2001). *El Maíz en los tropicos Mejoramiento y producción*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/x7650s/x7650s00.htm#toc>
- Perdomo, c., & Cardellino, G. (2006). *Respuesta de Maiz a Fertilizaciones definidas con Diferentes Criterios de Recomendación*. Obtenido de <https://fertilizar.org.ar/wp-content/uploads/2021/10/Perdomo.pdf>
- Presello, D. A., Giménez, F. J., & Ferragutti, F. J. (16 de mayo de 2022). *La producción de maíz en Argentina*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/360661489_La_Produccion_de_maiz_en_Argentina

Impacto en el rendimiento del cultivo de maíz con la aplicación de bacterias promotoras del crecimiento en el norte de la provincia de Buenos Aires

- Saavedra, G., & González, M. (2014). *El cultivo del Maíz Choclero y Dulce*. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/7802>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca . (21 de septiembre de 2023). *Informe Mensual del 21 de septiembre de 2023*. Obtenido de https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/estimaciones/_archivos/estimaciones/230000_2023/230900_Septiembre/230921_Informe%20Mensual%20al%2021-09-2023.pdf
- Semillas Valle S.A. (12 de mayo de 2022). *Fenología y Fisiología en los Cultivos de Maíz*. Obtenido de <http://semillasvalle.com/site/blog/phenology-and-physiology-in-corn-cultures-#~:text=La%20phenology%20del%20ma%C3%AD%20de%20acuerdo%20a%20la,de%20frutos%20y%20semillas%208%20%E2%97%8F%20La%20senescencia>
- Statista. (2023). *Evolución de la producción global de maíz 2011-2021*. Obtenido de <https://es.statista.com/estadisticas/517167/produccion-mundial-de-maiz/>
- Zankar, G., Abarza, S., Bacardo, R., & Altamirano, F. (2017). *Microorganismos promotores del crecimiento vegetal*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/336397913_Efecto_de_la_combinacion_de_microorganismos_beneficos_en_el_rendimiento_de_maiz_para_grano

Anexos

Análisis de la varianza

Nueva tabla : 25/7/2023 - 17:12:05 - [Versión : 30/4/2020]

Rinde

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rinde	68	0,71	0,59	18,40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	123828195,85	19	6517273,47	6,05	<0,0001
Tratamiento	65420851,62	16	4088803,23	3,79	0,0002
Repetición	58407344,24	3	19469114,75	18,06	<0,0001
Error	51743202,26	48	1077983,38		
Total	175571398,12	67			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2679,36756

Error: 1077983,3805 gl: 48

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
4	3904,25	4	519,13	A	
16	4145,00	4	519,13	A	B
14	4150,00	4	519,13	A	B
15	4287,75	4	519,13	A	B
17	4382,50	4	519,13	A	B
3	5804,50	4	519,13	A	B
12	5899,00	4	519,13	A	B
2	5988,50	4	519,13	A	B
6	6037,25	4	519,13	A	B
5	6199,00	4	519,13	A	B
13	6280,50	4	519,13	A	B
11	6299,25	4	519,13	A	B
7	6313,75	4	519,13	A	B
10	6340,50	4	519,13	A	B
9	6527,50	4	519,13	A	B
1	6662,75	4	519,13		B
8	6721,00	4	519,13		B

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

PMG

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PMG	68	0,44	0,22	5,54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13341,53	19	702,19	2,00	0,0268
Tratamiento	4527,76	16	282,99	0,81	0,6708
Repetición	8813,76	3	2937,92	8,38	0,0001

Impacto en el rendimiento del cultivo de maíz con la aplicación de bacterias promotoras del crecimiento en el norte de la provincia de Buenos Aires

Error	16828,24	48	350,59
Total	30169,76	67	

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=48,31978

Error: 350,5882 gl: 48

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
12	323,50	4	9,36	A
3	323,50	4	9,36	A
15	331,00	4	9,36	A
4	332,50	4	9,36	A
16	333,00	4	9,36	A
2	334,00	4	9,36	A
11	335,00	4	9,36	A
10	336,25	4	9,36	A
5	336,50	4	9,36	A
9	339,75	4	9,36	A
1	340,00	4	9,36	A
6	342,00	4	9,36	A
13	344,25	4	9,36	A
7	345,00	4	9,36	A
14	345,50	4	9,36	A
17	347,25	4	9,36	A
8	356,00	4	9,36	A

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

PH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PH	68	0,56	0,39	1,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	77,17	19	4,06	3,24	0,0005
Tratamiento	19,62	16	1,23	0,98	0,4954
Repetición	57,56	3	19,19	15,29	<0,0001
Error	60,24	48	1,26		
Total	137,42	67			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,89111

Error: 1,2551 gl: 48

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
5	67,38	4	0,56	A
8	67,88	4	0,56	A
12	67,93	4	0,56	A
4	67,93	4	0,56	A
1	68,00	4	0,56	A
13	68,03	4	0,56	A
15	68,13	4	0,56	A
2	68,18	4	0,56	A
9	68,28	4	0,56	A
11	68,35	4	0,56	A
3	68,40	4	0,56	A
10	68,43	4	0,56	A
16	68,65	4	0,56	A
17	68,80	4	0,56	A
7	69,00	4	0,56	A

Impacto en el rendimiento del cultivo de maíz con la aplicación de bacterias promotoras del crecimiento en el norte de la provincia de Buenos Aires

6	69,33	4	0,56	A
14	69,53	4	0,56	A

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

Plantas/ha V7

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Plantas/ha V7	68	0,20	0,00	5,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	132994284,25	19	6999699,17	0,63	0,8644
Tratamiento	76910415,38	16	4806900,96	0,43	0,9655
Repetición	56083868,87	3	18694622,96	1,68	0,1836
Error	533858736,38	48	11122057,01		
Total	666853020,63	67			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8606,34636

Error: 11122057,0080 gl: 48

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
5	58928,50	4	1667,49	A
1	59821,50	4	1667,49	A
16	59821,50	4	1667,49	A
13	59821,50	4	1667,49	A
8	60714,00	4	1667,49	A
10	60714,00	4	1667,49	A
14	60714,25	4	1667,49	A
6	60714,25	4	1667,49	A
12	60714,25	4	1667,49	A
15	61607,00	4	1667,49	A
17	61607,25	4	1667,49	A
4	61607,25	4	1667,49	A
7	61607,25	4	1667,49	A
3	62500,00	4	1667,49	A
9	62500,00	4	1667,49	A
11	62500,00	4	1667,49	A
2	62500,25	4	1667,49	A

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

Cobertura V7

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cobertura V7	68	0,43	0,20	11,75

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1473,99	19	77,58	1,88	0,0403
Tratamiento	377,94	16	23,62	0,57	0,8899
Repetición	1096,04	3	365,35	8,83	0,0001
Error	1985,71	48	41,37		
Total	3459,69	67			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=16,59828

Error: 41,3689 gl: 48

Tratamiento	Medias	n	E.E.
-------------	--------	---	------

Impacto en el rendimiento del cultivo de maíz con la aplicación de bacterias promotoras del crecimiento en el norte de la provincia de Buenos Aires

1	50,25	4	3,22	A
8	51,75	4	3,22	A
15	52,00	4	3,22	A
5	53,00	4	3,22	A
4	53,25	4	3,22	A
12	53,25	4	3,22	A
6	53,50	4	3,22	A
13	54,50	4	3,22	A
16	54,50	4	3,22	A
17	54,75	4	3,22	A
11	56,25	4	3,22	A
3	56,25	4	3,22	A
9	56,25	4	3,22	A
14	56,50	4	3,22	A
10	56,50	4	3,22	A
2	58,00	4	3,22	A
7	59,75	4	3,22	A

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

Intercepcion R3

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Intercepcion R3	68	0,32	0,06	11,94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2087,08	19	109,85	1,21	0,2896
Tratamiento	1436,93	16	89,81	0,99	0,4834
Repetición	650,15	3	216,72	2,39	0,0806
Error	4358,64	48	90,80		
Total	6445,72	67			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=24,59128

Error: 90,8050 gl: 48

Tratamiento	Medias	n	E.E.
9	68,73	4	4,76 A
15	70,85	4	4,76 A
4	76,85	4	4,76 A
10	76,88	4	4,76 A
11	77,65	4	4,76 A
13	78,80	4	4,76 A
16	79,48	4	4,76 A
12	79,90	4	4,76 A
1	80,48	4	4,76 A
2	80,75	4	4,76 A
5	81,23	4	4,76 A
6	82,83	4	4,76 A
14	82,85	4	4,76 A
17	83,40	4	4,76 A
7	84,90	4	4,76 A
3	84,98	4	4,76 A
8	86,58	4	4,76 A

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

NDVI V7

Impacto en el rendimiento del cultivo de maíz con la aplicación de bacterias promotoras del crecimiento en el norte de la provincia de Buenos Aires

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NDVI V7	68	0,34	0,09	4,93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	19	1,3E-03	1,33	0,2104
Tratamiento	0,01	16	6,1E-04	0,62	0,8543
Repetición	0,02	3	0,01	5,12	0,0037
Error	0,05	48	9,8E-04		
Total	0,07	67			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08091

Error: 0,0010 gl: 48

Tratamiento	Medias	n	E.E.
16	0,62	4	0,02 A
12	0,62	4	0,02 A
7	0,62	4	0,02 A
13	0,62	4	0,02 A
1	0,63	4	0,02 A
6	0,63	4	0,02 A
2	0,63	4	0,02 A
8	0,63	4	0,02 A
9	0,64	4	0,02 A
4	0,64	4	0,02 A
5	0,64	4	0,02 A
11	0,64	4	0,02 A
15	0,64	4	0,02 A
10	0,65	4	0,02 A
14	0,65	4	0,02 A
17	0,66	4	0,02 A
3	0,66	4	0,02 A

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

Vigor R3 (1-5)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Vigor R3 (1-5)	68	0,64	0,49	9,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,37	19	0,39	4,40	<0,0001
Tratamiento	1,00	16	0,06	0,71	0,7713
Repetición	6,37	3	2,12	24,07	<0,0001
Error	4,24	48	0,09		
Total	11,61	67			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,76654

Error: 0,0882 gl: 48

Tratamiento	Medias	n	E.E.
12	2,95	4	0,15 A
9	2,98	4	0,15 A
14	3,05	4	0,15 A
3	3,08	4	0,15 A
4	3,13	4	0,15 A
15	3,15	4	0,15 A

Impacto en el rendimiento del cultivo de maíz con la aplicación de bacterias promotoras del crecimiento en el norte de la provincia de Buenos Aires

10	3,18	4	0,15	A
11	3,18	4	0,15	A
13	3,20	4	0,15	A
1	3,23	4	0,15	A
5	3,23	4	0,15	A
16	3,23	4	0,15	A
6	3,25	4	0,15	A
2	3,25	4	0,15	A
7	3,33	4	0,15	A
8	3,38	4	0,15	A
17	3,40	4	0,15	A

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

Pl x Ha Cosecha

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Pl x Ha Cosecha	68	0,32	0,05	4,75

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	195919534,56	19	10311554,45	1,17	0,3212
Tratamiento	174243330,74	16	10890208,17	1,23	0,2779
Repetición	21676203,82	3	7225401,27	0,82	0,4897
Error	423352934,68	48	8819852,81		
Total	619272469,24	67			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7664,02531

Error: 8819852,8058 gl: 48

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
8	59524,00	4	1484,91	A
14	60714,50	4	1484,91	A
7	61309,75	4	1484,91	A
5	61309,75	4	1484,91	A
16	61309,75	4	1484,91	A
13	61905,00	4	1484,91	A
11	61905,00	4	1484,91	A
1	61905,00	4	1484,91	A
2	61905,00	4	1484,91	A
12	62500,25	4	1484,91	A
10	62500,25	4	1484,91	A
17	63095,50	4	1484,91	A
9	63690,75	4	1484,91	A
4	64286,00	4	1484,91	A
6	64286,00	4	1484,91	A
3	65476,50	4	1484,91	A
15	65476,50	4	1484,91	A

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

Esp x Pl

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Esp x Pl	68	0,46	0,24	11,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
------	----	----	----	---	---------

Impacto en el rendimiento del cultivo de maíz con la aplicación de bacterias promotoras del crecimiento en el norte de la provincia de Buenos Aires

Modelo	0,69	19	0,04	2,14	0,0173
Tratamiento	0,16	16	0,01	0,58	0,8861
Repetición	0,53	3	0,18	10,47	<0,0001
Error	0,81	48	0,02		
Total	1,50	67			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,33534

Error: 0,0169 gl: 48

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
17	1,11	4	0,06	A
11	1,11	4	0,06	A
6	1,11	4	0,06	A
2	1,14	4	0,06	A
4	1,14	4	0,06	A
15	1,14	4	0,06	A
8	1,16	4	0,06	A
7	1,16	4	0,06	A
16	1,16	4	0,06	A
1	1,16	4	0,06	A
3	1,16	4	0,06	A
13	1,19	4	0,06	A
10	1,21	4	0,06	A
5	1,23	4	0,06	A
9	1,24	4	0,06	A
12	1,24	4	0,06	A
14	1,27	4	0,06	A

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

Altura

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura	68	0,42	0,19	4,25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2164,24	19	113,91	1,85	0,0440
Tratamiento	666,76	16	41,67	0,68	0,8023
Repetición	1497,47	3	499,16	8,10	0,0002
Error	2958,53	48	61,64		
Total	5122,76	67			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=20,26019

Error: 61,6360 gl: 48

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
9	179,00	4	3,93	A
4	180,75	4	3,93	A
12	181,00	4	3,93	A
11	181,50	4	3,93	A
2	183,25	4	3,93	A
3	183,25	4	3,93	A
13	183,50	4	3,93	A
10	183,50	4	3,93	A
15	183,75	4	3,93	A
1	184,00	4	3,93	A
6	185,50	4	3,93	A
7	186,00	4	3,93	A

Impacto en el rendimiento del cultivo de maíz con la aplicación de bacterias promotoras del crecimiento en el norte de la provincia de Buenos Aires

5	186,25	4	3,93	A
14	187,25	4	3,93	A
16	188,75	4	3,93	A
8	190,00	4	3,93	A
17	190,25	4	3,93	A

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

Granos/Espiga

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Granos/Espiga	68	0,49	0,29	7,52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	38065,28	19	2003,44	2,42	0,0070
Tratamiento	10585,47	16	661,59	0,80	0,6800
Repetición	27479,81	3	9159,94	11,05	<0,0001
Error	39771,94	48	828,58		
Total	77837,22	67			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=74,28379

Error: 828,5821 gl: 48

Tratamiento	Medias	n	E.E.
12	353,50	4	14,39 A
15	362,00	4	14,39 A
5	370,50	4	14,39 A
14	373,25	4	14,39 A
4	376,50	4	14,39 A
1	379,25	4	14,39 A
6	380,50	4	14,39 A
3	383,50	4	14,39 A
16	385,25	4	14,39 A
10	385,50	4	14,39 A
8	388,75	4	14,39 A
2	388,75	4	14,39 A
11	392,75	4	14,39 A
7	393,25	4	14,39 A
13	393,75	4	14,39 A
17	398,75	4	14,39 A
9	402,50	4	14,39 A

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

Anexo de fotos

Foto 1: maíces en V2-V4	Foto 2: fertilización y marcación de tratamientos
	
Foto 3: fertilizante aplicado al voleo	Foto 4: distancia entre surcos
	
Foto 5: maíces en v6	Foto 6: medición de plantas por metro lineal
	

Foto 7: maíces en madurez



Foto 8: medición de plantas por metro lineal



Foto 9: espiga y granos



Foto 10: cosecha



Foto 11: desgranado



Foto 12: medición de componentes del
rinde



