



7. Ingeniería Mecánica y de la Producción

Inoculación con *Pseudomonas fluorescens* y aplicación de diferentes dosis de fertilizante fosfatado en maíz (*Zea mays*)

Colmán Ribelatto, Patricia Juana, autora

Ortíz Acosta, Orlando, orientador

Universidad Nacional del Este - Paraguay

Pj_tr4@hotmail.com, orlantizpy@yahoo.com

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de la inoculación de *P. fluorescens* con aplicación de diferentes dosis de fertilizante fosfatado en el cultivo de maíz, el diseño implementado fue el de bloques completos al azar con arreglo factorial de 6 tratamientos y 4 repeticiones, los tratamientos utilizados fueron sin inoculación el T1:0 kg/ha SPT (Superfosfato Triple) (Testigo), T2:100 kg/ha de SPT, T3:200 kg/ha de SPT y con inoculación de *P. fluorescens* (400ml/50kg) el T4:0 kg/ha SPT, T5:100 kg/ha de SPT y el T6:200 kg/ha de SPT. Al analizar el área foliar se registró diferencias altamente significativas donde el T6 con 863,37 m²/ha presentó 418,07 m²/ha a más que el T1 casi el doble de área foliar, para la altura final de la planta se registraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos en donde el T5 con 2,28 m presentó 0,47 m a más que el T1, en la variable diámetro de la mazorca se observó que el T5, T2, T6 y el T3 presentaron diámetros estadísticamente superiores al T4 con 4,46 cm y al T1 con 4,19 cm los cuales arrojaron los menores diámetros, con respecto a la longitud de la raíz se constató diferencias significativas entre los tratamientos en donde el T6 con 24,93 cm arrojó 4,93 cm a más que el T1 y por último el rendimiento en granos, se registraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos en donde el T5 con 6145,17 kg/ha presentó un incremento del 45,1 % en relación al T1 y un 34,3% en relación al T4.

Palabras claves:

Pseudomonas fluorescens, fósforo, dosis de fertilizante.



1-INTRODUCCIÓN

En Paraguay el maíz es uno de los rubros más importantes, durante la campaña 2011/2012 ocupó alrededor de 800 mil ha del área total de siembra del país (2.870.539 ha), alcanzando una producción de 2.9 millones de toneladas con un rendimiento promedio de 3.625 kg/ha.

Según Melgar y Zorita (2008) el rendimiento del maíz está determinado principalmente por el número final de granos logrados por unidad de superficie, el manejo eficiente de la oferta de nutrientes es una de las herramientas que contribuye en forma más estrecha para el logro de cultivos de maíz de alta producción.

En los suelos de las regiones tropicales en condiciones naturales presentan, bajo contenido de fósforo total y baja concentración de fósforo disponible, no atendiendo a las necesidades nutricionales de las plantas. En estas condiciones, la fertilización fosfatada se convierte necesaria para garantizar la máxima producción de los cultivos, (Machado *et al.*, 1999; Prado *et al.*, 2001).

En la actualidad la forma más común de incorporar nutrientes al suelo ha sido en forma de fertilizantes químicos, el uso indiscriminado de estos insumos puede alterar significativamente el equilibrio ecológico del suelo. Una alternativa para evitar el uso excesivo de fertilizantes, buscando el mejor aprovechamiento de los fosfatos insolubles, es la utilización de la inoculación con *P. fluorecens* ya que es la que ha manifestado la mayor capacidad solubilizadora del P. La alta producción de hormonas de que son capaces estas bacterias es lo que permite obtener un mayor desarrollo radicular que es conseguido a través de la acción específica de las auxinas, las giberelinas y las citoquininas.

Se realiza este trabajo con la finalidad de analizar el efecto que produce en el cultivo de maíz la inoculación de *P. fluorescens* con diferentes dosis de fertilizante fosfatado.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el efecto de la inoculación con *P. fluorescens* y aplicación diferentes dosis de fertilizante fosfatado en el cultivo de maíz.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el área foliar del cultivo de maíz en etapa de formación de grano.
- Identificar la altura final del maíz en etapa de floración.
- Demostrar el diámetro de la mazorca del cultivo de maíz.
- Analizar la longitud de la raíz del cultivo de maíz.
- Comparar el rendimiento en grano entre los distintos tratamientos del cultivo de maíz.

3-MATERIALES Y MÉTODOS

3.1-Localización y preparación del suelo

El trabajo se realizó en un terreno ubicado en el distrito de Nueva Esperanza, Departamento de Canindeyú. Luego de determinar el lugar de ubicación para las parcelas se procedió a la limpieza y una desecación de las malezas con *Glyphosato* 48 %.

3.2-Delimitación de las parcelas.

La parcela que tuvo una dimensión de 29 m de largo y 18,5 m de ancho. Mientras que cada una de las unidades experimentales tuvieron 4 m de largo y 3.5 m de ancho, teniendo la parcela útil una dimensión de 8,4 m².



3.3-Análisis del suelo.

Se recolectó una muestra representativa del suelo conforme la recomendación técnica de muestreo de donde se realizó el experimento, luego se llevó a un laboratorio para el análisis químico del suelo.

3.4-Inoculación y aplicación del fertilizante.

La inoculación de las semillas se realizó momentos antes de la siembra utilizando *P. fluorescens* 400 ml/50 kg más 100 ml/50 kg de protector, la fertilización se llevó a cabo en el momento de la siembra y se ubicó al costado del surco, para nitrógeno y potasio se utilizaron 60 kg/ha de N y 40 kg/ha de K₂O respectivamente.

3.5-Siembra y cuidados culturales

La siembra se realizó de forma mecánica a fines del mes de febrero, las semillas eran de un híbrido Pioneer 7049, con una población de 57.000 pl/ha. Para el cuidado cultural se realizó el control de malezas manualmente con una azada y para el control de plagas e insectos se utilizaron productos fitosanitarios adecuados.

3.6-Registro de datos

Se utilizó planillas de registro de datos, donde se realizó anotaciones sobre las distintas variables analizadas.

3.7-Diseño y análisis experimental

El diseño implementado fue el de bloques completos al azar con arreglo factorial de 6 tratamiento y 4 repeticiones, totalizando 24 unidades experimentales.

3.8-Tratamiento.

El Superfosfato Triple tiene la formulación 00-46-00, se utilizó este fertilizante debido a que este es el principal en la categoría de fertilizantes fosfatados de rápida absorción por parte las plantas.



CUADRO N° 1. Tratamientos implementados. Nueva Esperanza. 2013.

Factor A (Inoculación)	Factor B (Diferentes niveles de fósforo)
(Sin <i>P. fluorecens</i>)	T1: 0 kg/ha de Superfosfato Triple (Testigo)
	T2: 100 kg/ha de Superfosfato Triple
	T3: 200 kg/ha de Superfosfato Triple
(Con <i>P. fluorecens</i>)	T4: 0 kg/ha de Superfosfato Triple
	T5: 100 kg/ha de Superfosfato Triple
	T6: 200 kg/ha de Superfosfato Triple

3.9-Análisis de datos.

Se realizó un análisis estadístico, Análisis de Varianza (ANAVA) para verificar si existe una diferencia significativa entre los tratamientos, al comprobarse se aplicó el Test de Tukey para la comparación de medias.

3.10-VARIABLES EVALUADAS.

3.10.1-Área foliar (m²/ha).

Se midió el ancho máximo y la longitud de la 6ª hoja, se multiplicó por una constante (0,75 para maíz) y luego por el número total de hojas para determinar área foliar total por planta según Montgomery, citado por Camacho (1995), la medición se realizó en plena fase de llenado del grano y se consideró 10 plantas al azar de cada parcela útil.

3.10.2-Altura final de las plantas (m).

En la fase de floración se eligió 10 plantas al azar de cada parcela útil y con una cinta métrica se determinó la altura, considerando la distancia desde la superficie del suelo hasta la última hoja.

3.10.3-Diámetro de la mazorca (cm).

Para esta variable se eligió al azar 10 plantas de la parcela útil de cada tratamiento, de las cuales se cosecharon las mazorcas y se procedió a medir el diámetro en la parte media de las mismas.



3.10.4-Longitud de la raíz (cm).

Luego de realizar la cosecha, para la longitud de la raíz se eligió 10 plantas al azar de la parcela útil de cada tratamiento y con una cinta métrica se midió la longitud de la raíz.

3.10.5-Rendimiento en grano (kg/ha).

Para esta variable en madurez fisiológica se cosecharon y se desgranaron las mazorcas de las parcelas útiles de cada tratamiento, luego se puso al sol y una vez corregida la humedad en un 13 % se llevó para pesar mediante una balanza de precisión y se calculó el rendimiento en kg/ha mediante el peso obtenido.

4- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1-Área foliar del cultivo de Maíz.

En la Tabla N° 1 se puede observar que hubo diferencias altamente significativas entre los tratamientos, se puede notar también que el T4 aun siendo estadísticamente igual al T1 este presentó 205,24 m²/ha de área foliar a más que el T1 mismo sin la fertilización fosfatada, esto puede ser debido a la acción de las *P. fluorecens* las cuales solubilizaron el fósforo ya existente en el suelo dejando este nutriente disponible para la planta y así aumentando la emisión y crecimiento de las hojas, Plénet, Mollier Y Pellerin (2000) demostraron que la deficiencia de P reduce drásticamente el índice de área foliar.

Tabla N° 1. Área foliar del cultivo de maíz. Nueva Esperanza. 2013.

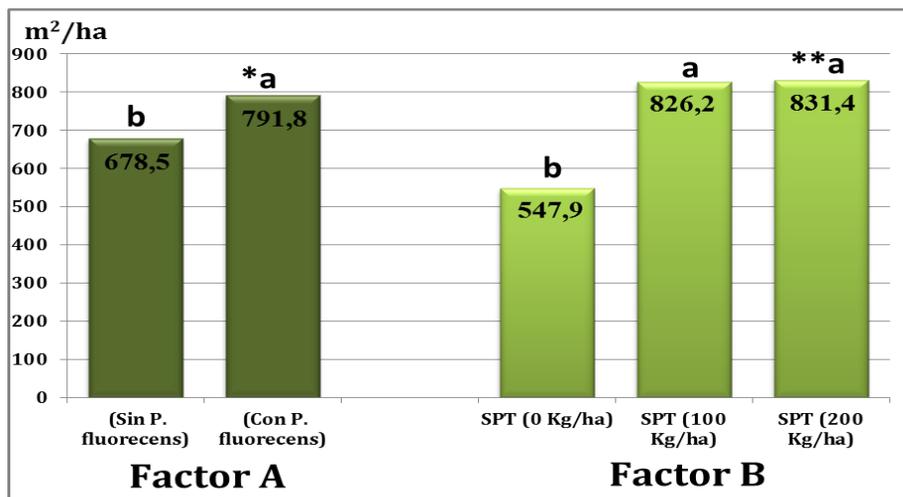
Tratamientos	Medias (m²/ha)
T6 (Con <i>P. fluorecens</i> y 200 kg SPT)	863,37 a*
T5 (Con <i>P. fluorecens</i> y 100kg SPT)	861,59 a
T3 (Sin <i>P. fluorecens</i> y 200 kg SPT)	799,44 a
T2 (Sin <i>P. fluorecens</i> y 100 kg SPT)	790,90 a



T4 (Con <i>P. fluorescens</i> y 0 kg SPT)	650,54	ab
T1 (Sin <i>P. fluorescens</i> y 0 kg SPT)	445,30	b
C.V. = 14.89 %		

*Valores de las medias con letras iguales no difieren entre sí al 1 % de significancia de Test de Tukey.
** SFT-Superfosfato Triple.

En esta variable no se registró interacción significativa entre los factores, pero sí presentó diferencias significativas entre los tratamientos del Factor A y diferencias altamente significativas en el Factor B.



*Valores de las medias con letras iguales no difieren entre sí al 5 % de significancia de Test de Tukey.
**Valores de las medias con letras iguales no difieren entre sí al 1 % de significancia de Test de Tukey.

Gráfico N° 1. Área foliar del cultivo de maíz. Nueva Esperanza. 2013.

4.2-Altura final del cultivo de Maíz.

Para la variable altura se puede observar en la Tabla N° 2 que hubo diferencias altamente significativas entre los tratamientos, lo cual indica que hubo una respuesta positiva de esta variable a la inoculación con la aplicación de diferentes niveles de fertilización fosfatada, esto puede ser debido a que el P controla el tamaño del tallo (IPNI, s.f.) y así afectando a la directamente a la altura de la planta, también Cardoso *et al.* (2008) al analizar el efecto de la inoculación con *Pseudomonas* en el crecimiento y desarrollo de las plantas del maíz constataron efecto positivo de la inoculación para la altura de la planta.

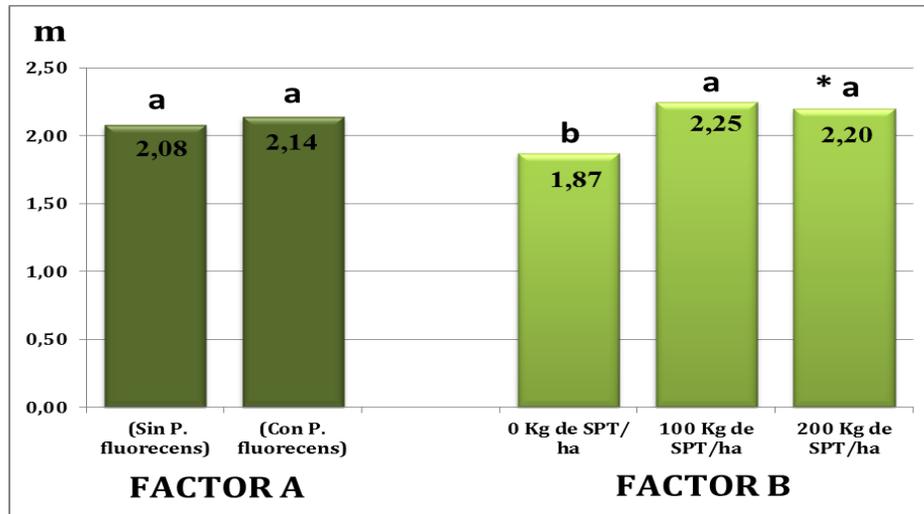
Tabla N° 2. Altura final del cultivo de maíz. Nueva Esperanza, 2013.

Tratamientos	Medias (m)
T5 (Con <i>P. fluorecens</i> y 100kg SPT)	2,28 a*
T2 (Sin <i>P. fluorecens</i> y 100 kg SPT)	2,23 a
T6 (Con <i>P. fluorecens</i> y 200 kg SPT)	2,21 a
T3 (Sin <i>P. fluorecens</i> y 200 kg SPT)	2,20 a
T4 (Con <i>P. fluorecens</i> y 0 kg SPT)	1,94 b
T1 (Sin <i>P. fluorecens</i> y 0 kg SPT)	1,81 b
C.V. = 5.76 %	

* Valores de las medias con letras iguales no difieren entre sí al 1 % de significancia de Test de Tukey

** STP-Superfosfato Triple.

Según se puede apreciar en el Gráfico N° 2 esta variable no presentó interacción significativa entre los factores y tampoco se registró diferencias significativas en el Factor A, pero sí en el Factor B el cual presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos, se puede observar que hubo un incremento del 16,89% (38 cm) en la altura. Resultados similares obtuvieron Law-Ogbomo y Law-Ogbomo (2009), quienes encontraron que fertilizaciones con NPK incrementaron significativamente la altura de la planta en un 11,9% (20,15 cm).



*Valores de las medias con letras iguales no difieren entre sí al 1 % de significancia de Test de Tukey.

Gráfico N° 2. Altura final del cultivo de maíz. Nueva Esperanza, 2013.

4.3-Diámetro de la mazorca del cultivo de Maíz.

Conforme se puede apreciar en la Tabla N° 3 para esta variable hubo diferencias altamente significativas entre los tratamientos, en dónde el T5, T2, T6 y el T3



presentaron los mayores diámetros, ya el T4 y el T1 arrojaron los menores. Se puede observar que a partir de la aplicación de las dosis de fósforo y de la inoculación con *P. fluorencens* hubo un incremento considerable en el diámetro de la mazorca, según Rodríguez y Fraga (1999), las *P. fluorencens* producen hormonas de crecimiento como auxinas y giberelinas, además de promover el crecimiento vegetal, provocan un aumento en la disponibilidad de nutrientes para las plantas, debido a la solubilización del fosfato.

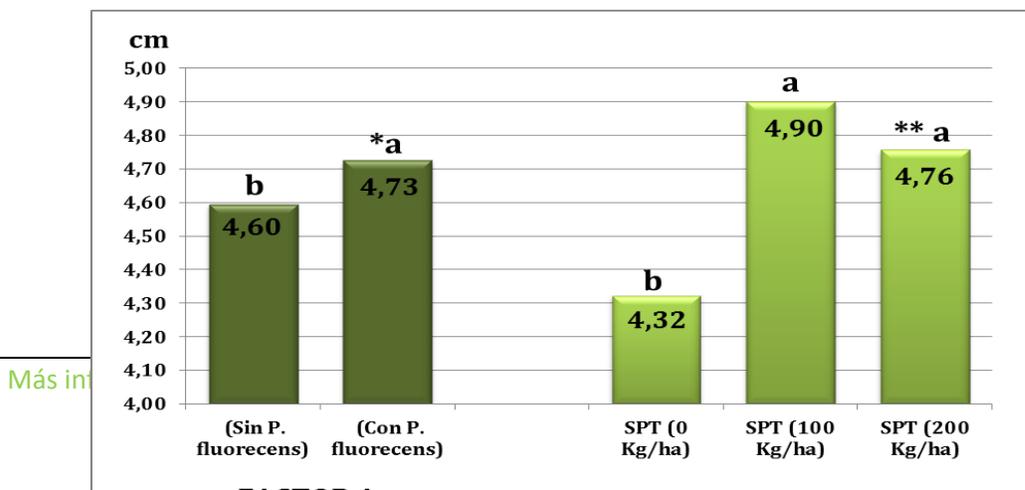
Tabla N° 3. Diámetro de la mazorca del cultivo de maíz. Nueva Esperanza. 2013.

Tratamientos	Medias (cm)
T5 (Con <i>P. fluorencens</i> y 100kg SPT)**	4,96 a*
T2 (Sin <i>P. fluorencens</i> y 100 kg SPT)	4,84 a
T6 (Con <i>P. fluorencens</i> y 200 kg SPT)	4,76 a
T3 (Sin <i>P. fluorencens</i> y 200 kg SPT)	4,76 a
T4 (Con <i>P. fluorencens</i> y 0 kg SPT)	4,46 b
T1 (Sin <i>P. fluorencens</i> y 0 kg SPT)	4,19 b
C.V. = 2.90 %	

* Valores de las medias con letras iguales no difieren entre sí al 1 % de significancia de Test de Tukey

** STP-Superfosfato Triple.

En esta variable no se registraron interacción significativa entre los factores pero sí presentaron diferencias significativas en el Factor A y diferencias altamente significativas en el Factor B en el Gráfico N° 3 se puede observar que en el Factor A el tratamiento con *P. fluorencens* arrojó el mayor diámetro con 4,73 cm, en el Factor B el tratamiento con 100 kg de SPT/ha presentó 4,90 cm con un incremento del 11,8% en relación al tratamiento con 0 kg de SPT/ha que obtuvo 4,32 cm. Esto puede ser debido a que la deficiencia de este nutriente en el suelo controla la formación de la mazorca (IPNI, s.f.), afectando al diámetro de la misma.





*Valores de las medias con letras iguales no difieren entre sí al 5 % de significancia de Test de Tukey.

**Valores de las medias con letras iguales no difieren entre sí al 1 % de significancia de Test de Tukey.

Gráfico N° 3. Diámetro de la mazorca del cultivo de maíz. Nueva Esperanza. 2013.

4.5-Longitud de la raíz del cultivo de Maíz.

Con respecto a la longitud de la raíz hubo diferencias significativas entre los tratamientos, según se puede apreciar en la Tabla N° 4 el T6, T3, T5 T2 y el T4 son estadísticamente iguales entre sí, en donde el T6 presentó 4,93 cm a más de longitud radicular que el T1. Se puede notar que en esta variable los tratamientos con las dosis más altas en fósforo presentaron las máximas longitudes. Estudios desarrollados por Klepker, Anghinoni, Rosolem, citado por Crusciol *et al* (2005) permiten inferir un mayor crecimiento de las raíces del maíz, tanto en masa como en largor, cuanto mayor la disponibilidad de P para las plantas.

Tabla N° 4. Longitud de la raíz del cultivo del Maíz. Nueva Esperanza. 2013.

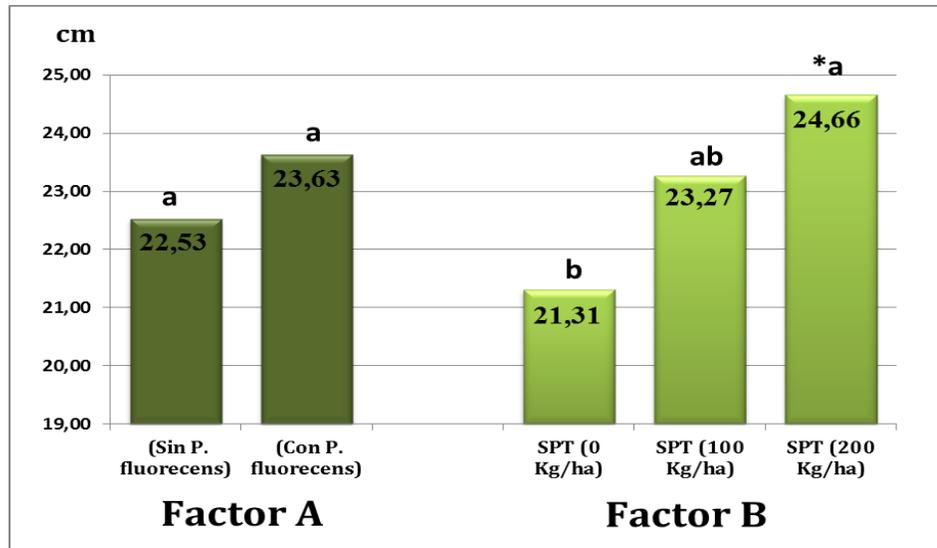
Tratamientos	Medias (cm)	
T6 (Con <i>P. fluorecens</i> y 200 kg SPT)**	24,93	a*
T3 (Sin <i>P. fluorecens</i> y 200 kg SPT)	24,40	a
T5 (Con <i>P. fluorecens</i> y 100kg SPT)	23,35	ab
T2 (Sin <i>P. fluorecens</i> y 100 kg SPT)	23,20	ab
T4 (Con <i>P. fluorecens</i> y 0 kg SPT)	22,63	ab
T1 (Sin <i>P. fluorecens</i> y 0 kg SPT)	20	b
C.V. = 8.67 %		

*Valores de las medias con letras iguales no difieren entre sí al 5 % de significancia de Test de Tukey

** STP-Superfosfato Triple.

No se registró interacción significativa entre los factores y tampoco hubo diferencias significativas en el Factor A pero sí presentó diferencias significativas en el Factor B se puede notar en el Gráfico N° 4 que hubo respuestas positivas a las dosis crecientes de P, Crusciol *et al.* (2005) cita que existe un aumento

radicular en el cultivo del maíz al suministrar el P en el suelo, la disminución del nivel de P implica en la reducción del radio medio de la raíz. Así el poco desarrollo de las raíces se puede convertir en el menor crecimiento de la planta, sobre todo en las dosis más bajas de P, lo que corrobora con los resultados de este trabajo.



* Valores de las medias con letras iguales no difieren entre sí al 5 % de significancia de Test de Tukey.

Gráfico 4. Longitud de la raíz del cultivo del Maíz. Nueva Esperanza. 2013.

4.6-Rendimiento en grano del cultivo del Maíz.

En la Tabla N° 5 se puede observar el rendimiento final del cultivo de maíz, en dónde se demuestra que hubo diferencias altamente significativas y se verifica que los tratamientos inoculados con *P. fluorescens* combinados con diferentes dosis de fósforo aumentaron notablemente el rendimiento del cultivo. Según Vessey (2003), las rizobacterias tienen participación activa en las transformaciones del fósforo en el suelo, influenciando en la solubilización e disponibilidad para las plantas. Así, una de las estrategias para aumentar la eficiencia de la fertilización fosfatada es hacer con que las plantas tengan un sistema radicular más desarrollado.

Tabla N° 5. Rendimiento en granos del cultivo de maíz. Nueva Esperanza. 2013.



Tratamientos	Medias (Kg/ha)
T5 (Con <i>P. fluorecens</i> y 100kg SPT)	6145,17 a*
T6 (Con <i>P. fluorecens</i> y 200 kg SPT)	5710,71 a
T2 (Sin <i>P. fluorecens</i> y 100 kg SPT)	5359,52 a
T3 (Sin <i>P. fluorecens</i> y 200 kg SPT)	5260,12 a
T4 (Con <i>P. fluorecens</i> y 0 kg SPT)	4041,67 b
T1 (Sin <i>P. fluorecens</i> y 0 kg SPT)	3377,38 b
C.V. = 9.10 %	

*Valores de las medias con letras iguales no difieren entre sí al 1 % de significancia de Test de Tukey.

** STP-Superfosfato Triple.

Conforme se pudo notar el T5 con 6145,17 kg/ha tuvo un incremento del 45,05% en relación al T1 con 3377,38 kg/ha y un 34,3% en relación al T4 con 4041,67 kg/ha. Es probable que el efecto positivo que se ha encontrado en esta variable sea debido a que el fósforo en el suelo inicialmente se encontraba en un bajo nivel, lo que permitió que las plantas reaccionen efectivamente a la aplicación de este nutriente, así mismo para la inoculación con *P. fluorescens* que según Ehteshami et al. (2007), las RPCPs presentan mayor efecto en suelos con deficiencia de nutrientes. Para esta variable se registraron diferencias altamente significativas tanto para el Factor A como para el Factor B pero no se registraron interacción significativa entre los mismos, lo que indica que los factores actuaron de forma independiente, en el Factor A el que arrojó el mejor rendimiento fue el tratamiento con *P. fluorecens* el cual presentó 633,53 kg/ha a más que el tratamiento sin *P. fluorecens*, para el Factor B el tratamiento con 100 kg de SPT/ha presentó 5752,4 kg/ha, un incremento del 35,52% en relación al tratamiento con 0 kg de SPT/ha.



*Valores de las medias con letras iguales no difieren entre sí al 1 % de significancia de Test de Tukey.

Gráfico 5. Rendimiento en granos del cultivo de maíz. Nueva Esperanza. 2013.

5-CONCLUSIÓN

En etapa de formación de grano para el área foliar se observó diferencias altamente significativas entre los tratamientos en donde el T6 con 863,37 m²/ha presentó 418,07 m²/ha a más que el T1, casi el doble de área foliar.

Para la altura final del maíz en la etapa de floración se registró diferencias altamente significativas entre los tratamientos, en donde el T5 con 2,28 m presentó 0,47 m a más que el T1 y 0,34 m a más que el T4.

En cuanto al diámetro de las mazorcas se registraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos y se observó que el T5 con 4,96 cm, el T2 con 4,84 cm, el T6 con 4,76 cm y el T3 con 4,76 cm presentaron diámetros estadísticamente superiores al T4 con 4,46 cm y al T1 con 4,19 cm los cuales arrojaron los menores diámetros.

Con respecto a la longitud de la raíz se constató diferencias significativas entre los tratamientos y se registró que el T6, T3, T5, T2 y el T4 fueron estadísticamente iguales entre sí, en donde el T6 con 24,93 cm arrojó 4,93 cm a más que el T1.

Al analizar el rendimiento en granos se registraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos, en donde el T5 presentó 6145,17 kg/ha un incremento del 45,1 % en relación al T1 y un 34,3% en relación al T4.



6- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Camacho, R. G.; Garrido, O. y Lima, M. G. (1995). *Caracterización de nueve genotipos de maíz (Zea mays L.) en relación a área foliar y coeficiente de extinción de luz* (Vol. 52, no. 2, p. 294-298). Sci. Agri., Piracicaba.
- Cardoso, I. C. M.; Mariotto, J. R.; Klauberg Filho, o.; Santos, J. C. P.; Felipe, A. F.; Neves, A. N. y Miquelutti, D. J. (2008). *Resposta de milho (Zea mays L.) precoce à inoculação de rizobactérias em casa-de-vegetação. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas*. Londrina. Anais. Londrina: Fertibio.
- Crusciol, C. A. C.; Mauad, M.; Alvarez, R. de C. F.; Lima, E. do V. y Tiritan, C. S. (2005). *Doses de fósforo e crescimento radicular de cultivares de arroz de terras altas* (Vol.64, p. 643-649). *Bragantia*, Campinas.
- Ehteshami, S. M.; Aghaalikhani, M.; Khavazi, k. & Chaichi, M. R. (2007) *Effect of phosphate solubilizing microorganisms on quantitative and qualitative characteristics of maize (Zea mays L.) under water deficient stress* (Vol. 10, n. 20, p. 3585-3591). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, Lasani Town Faisalabad.
- International Plant Nutrition Institute - IPNI. s.f. Conozca y resuelva los problemas del maíz. Recuperado de [http://www.ipni.net/ppiweb/\\$webindex/0E50F7E0009BD3FD06256BE300769D65?opendocument&navigator](http://www.ipni.net/ppiweb/$webindex/0E50F7E0009BD3FD06256BE300769D65?opendocument&navigator).
- Law-Ogbomo, K. E. & Law-Ogbomo, J.E. (2009). *The Performance of Zea mays as Influenced by NPK Fertilizer Application*. Notulae Scientia Biologicae.

- Machado, C. T. T.; Guerra, J. G. M.; Almeida, D. I.; Machado, A.T. (1999). *Variabilidade entre genótipos de milho para eficiência no uso de fósforo* (Vol. 58, p. 109-124). Bragantia.
- Melgar R. Y Zorita M. D. (2008). *Fertilización de Cultivos y Pasturas*. Editorial hemisferio Sur S.A. Buenos Aires.
- Plénet, D.; Mollier, A. & Pellerin, S. (2000). *Growth analysis of maize field crops under phosphorus deficiency. II. Radiation-use efficiency, biomass accumulation and yield components* (Vol. 224, n.2, p. 258-272). *Plant and Soil*, Dordrecht.
- Prado, R.M.; Fernandes, F. M. (2001). *Aspectos econômicos da adubação fosfatada para cultura do milho* (Vol. 58, p.617-621). Scientia Agricola.
- Rodríguez H. & Fraga R. (1999). *Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion*. *Biotechnology Advances*, 17, 319-339.
- Vessey, J. K. (2003). *El crecimiento vegetal rizobacterias promotoras como biofertilizantes* (Vol 255, p. 571-586). *Plant and Soil*.