



Evaluación del rendimiento del cultivo de tomate (*lycopersicon esculentum*), variedad “santa cruz kada gigante”, bajo diferentes niveles de fósforo y de nitrógeno

Evaluation of the yield of the tomato crop (lycopersicon esculentum), variety "santa cruz kada gigante", under different levels of phosphorus and nitrogen

Kentaro Tomita¹

tomiken30@hotmail.com o ktomita@espol.edu.ec

Aldo César González González²

Juan Alberto Bottino Fernández²

Gustavo Adolfo Retamozo Giménez²

¹Facultad de Ciencias de la Vida, Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL): Campus Gustavo Galindo V. km 30.5 vía Perimetral, Guayaquil, Ecuador y Voluntario Senior de Agencia de Cooperación Internacional del Japón: JICA (Pre-Profesor Visitante de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural, Universidad Nacional de Pilar en Paraguay y Voluntario Senior de JICA: 2010-2012).

²Facultad de Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural, Universidad Nacional de Pilar, Paraguay

Artículo recibido en octubre de 2016, arbitrado enero de 2017 y publicado en mayo de 2017

RESUMEN

En el departamento de Ñeembucú Paraguay (ver la Figura No1), la producción de esta hortaliza no alcanza a satisfacer las demandas locales, se requiere la técnica adecuada para la producción de esta fruta. En la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Pilar, Paraguay, se ha realizado una investigación sobre el rendimiento del tomate “*Lycopersicon esculentum*” Variedad “Santa Cruz Kada Gigante”; en suelo Entisol (Típico, Psammaquent), con el fin de obtener el máximo rendimiento y evaluar la aplicación fosfatada y nitrogenada. Se evaluó cuatro niveles del fósforo (0, 100, 200 y 400kgP2O5/ha) combinado con dos niveles del N (100 y 200kgN/ha) al azar con cuatro repeticiones en el cultivo del pasto en donde se utilizó la distribución en parcelas divididas. Se observó la diferencia significativa al 5% en número de fruta por planta, diámetro de fruta y altura de fruta como característica agronómica y al 1% en el rendimiento de la fruta para los niveles del fósforo, y el mayor rendimiento en el tratamiento con 100kgP2O5/ha combinado con 200kgN/ha. Además, se observó alta relación entre la absorción fosfatada y nitrogenada, y el rendimiento de la fruta seca en la fruta con alto coeficiente correlativo de la vista de análisis de tejido vegetal.

Palabras clave: rendimiento del cultivo de tomate; variedad; fosforo nitrógeno

ABSTRACT

In the department of Ñeembucú Paraguay (see Figure No1), the production of this vegetable does not meet local demands, it requires the appropriate technique for the production of this fruit. In the Faculty of Agricultural Sciences, National University of Pilar, Paraguay, an investigation has been carried out on the performance of the tomato "*Lycopersicon esculentum*" Variety "Santa Cruz Kada Gigante"; in Entisol soil (Typical, Psammaquent), in order to obtain maximum performance and evaluate the phosphate and nitrogen application. Four phosphorus levels were evaluated (0, 100, 200 and 400kgP2O5 / ha) combined with two levels of N (100 and 200kgN / ha) at random with four repetitions in the grass crop where the distribution in divided plots was used. The significant difference was observed at 5% in the number of fruit per plant, fruit diameter and fruit height as an agronomic characteristic and at 1% in fruit yield for phosphorus levels, and the highest yield in the treatment with 100kgP2O5 / has combined with 200kgN / ha. In addition, a high relation between phosphate and nitrogen absorption was observed, and the yield of dried fruit in the fruit with a high coefficient correlated with the analysis of plant tissue.

Key words: tomato crop yield; variety; phosphorus nitrogen

INTRODUCCIÓN

El cultivo del tomate es una de las hortalizas más difundidas en todo el mundo y de gran valor económico. Se consume principalmente en su estado natural (ensaladas, jugos) y procesados (salsa, ketchup, conserva, pickles, mermeladas) mencionan De la Cruz y et. al. (2009) y Ho (1992).

Esta hortaliza es uno de los rubros que potencialmente, ofrece alternativas y ventajas para ser producidas en fincas de pequeños productores, teniendo en cuenta que su producción se adecua a las condiciones edafoclimáticas de la región y en pequeñas superficies es posible obtener alta productividad posibilitando buenos ingresos en su explotación.

Por las características alimenticias del rubro, el mismo es muy apreciado principalmente por sus propiedades antioxidantes y alto contenido en provitaminas y minerales (Barraza y otros, 2004).

Atendiendo a estos aspectos, en el departamento de Ñeembucú Paraguay (ver figura 1), la producción de esta hortaliza no alcanza a satisfacer las demandas locales porque es la baja fertilidad del suelo y ha sido antiguamente el problema, para la explotación del cultivo de tomate, lo que se requiere la técnica adecuada para la producción de esta fruta.

En realidad, se evidencia semana a semana en la ciudad de Pilar con el arribo de volúmenes importantes de tomate provenientes de otros departamentos que son distribuidos en las fruterías, despensas y demás puestos de venta para su comercialización al público (Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias, 2009).

Razón por la cual en este estudio experimental se desea estudiar los niveles adecuados de fertilizantes nitrogenado y fosfatado que se debe utilizar en el cultivo para lograr un rendimiento satisfactorio, de tal manera a impulsar la producción de este rubro en la zona (Fox y Piekielek, 1983; Guerrero, 1990; Sample y otros, 1986; Tomita y otros, 2001 y Tomita y otros, 2001).



Figura 1. Sitio de la Ciudad de Pilar en el Departamento de Ñeembucú, Paraguay.

MATERIALES Y MÉTODOS

El tipo de diseño utilizado en esta investigación fue de distribución en arreglo parcelas divididas, se usa en experimentos bifactoriales, en trabajos de campo. En este experimento se evaluó el efecto de los 4 niveles del fósforo (0, 100, 200 y 400kgP₂O₅/ha) combinado con los dos niveles del nitrógeno (100 y 200kgN/ha) en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*) usado por Reyes (1980), y la variedad utilizada fue Santa Cruz Kada Gigante. Cada unidad experimental del niveles del fósforo tuvo 6.48m² (2.0m por 3.6 m), y Espacio entre unidades experimentales tuvo 1.0m, entre los tratamientos del P (para el nitrógeno, separando a la mitad en cada tratamiento del P) y entre los bloques, Cruz, et. al. (2012). Densidad total: 11 m de largo por 17.4 m de ancho: 191.4 m².

Se realizó el análisis de suelo y de tejido vegetal por el CETAPAR (Centro Tecnológico Agropecuario del Paraguay) que está situado en el Departamento de Alto Paraná en el país (los autores se lo pidieron).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Condiciones Climáticas prevalecientes durante el ensayo

Se observa en la Figura N°2 las condiciones climáticas desde el mes de noviembre del año 2011 hasta junio del año 2012, en donde se aprecia en el mes de noviembre una precipitación total mensual de 135.64 mm, en cuanto a la temperatura se registró una máxima de 31.5 y mínima de 18.9°C (Clima en Pilar, 2012).

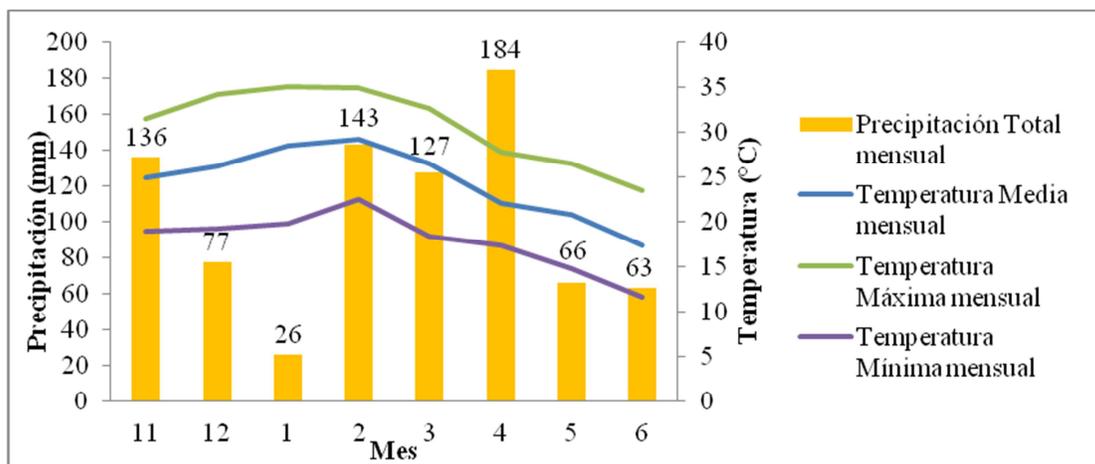


Figura 2. Condiciones climáticas durante el ensayo. (Fuente: Datos reportados por la estación meteorológica, 2012).

Análisis del suelo antes de la aplicación del fertilizante y trasplantes la tabla 1

muestra el análisis del suelo antes de la aplicación del fertilizante y trasplante.

Tabla 1. Análisis de suelo antes de la aplicación del fertilizante y el trasplante

Muestra	pH	agua	pH	SMP	%Arcilla	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	M.O.
	mg/kg		cmol _c /kg									
Valor	6,27	7,55	10,72	4,20	0,16	2,05	0,90	0,00	1,57	0,52		

PS: M.O. = Materia orgánica

De los resultados, se observó bajo contenido para el P, K, Ca, Mg y M.O. (Significa bajo contenido en los resultados de menos de 20.0 para el P, 0.15 para el K, 3.0 para el Ca, 1.0 para el Mg y 1.0 para M.O. en el CETAPARA), y se observó bajo contenido de la arcilla, y se clasifica como suelo Entisol, (Arevalos y Sunaga, 1999, y Arias 2007). Además se realizaron los cálculos de:

Suma por bases (SB) = Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺
 Capacidad de Intercambio Cationes (CIC) = SB + H⁺ + Al³⁺
 Saturación por bases (V) (%) = SB / CTC × 100
 Saturación por Al (m) (%) = Al³⁺ / CTC × 100
 Capacidad de Intercambio Cationes Efectiva (CICe) = SB + Al³⁺

Los valores son de 3.11 (cmol_c/kg), 4.68 (cmol_c/kg), 66.46 (%), 0.0 (%) y 3.11 (cmol_c/kg), respectivamente. De los resultados, el resultado del P fue de 4.20mg/kg en el suelo, fue muy bajo de acuerdo con la interpretación del Laboratorio del CETAPAR. Además, aunque la saturación

por bases fue de 66.46 (%), el Ca fue de 2.05cmol_c/kg. Se considera muy bajo al igual que el caso del P. Por eso, se aplicó 0.33t/ha de la cal agrícola para suministrar el calcio nutriente para cultivo de Tomate.

Característica agronómica del Tomate

La figura 3 muestra la comparación de número de fruto por planta de acuerdo a la fertilización nitrogenada y fosfatada. Igualmente, del cuadro de análisis de varianza con relación al número de frutas por planta con diferentes niveles al 5% para los niveles de fósforo de fertilización nitrogenada y fosfatada en el cultivo de tomate. Para la prueba de rango múltiple de Duncan, hubo diferencia significativa al 5% con diferentes niveles fosforo en los tratamientos con 100 y 200kgN/ha. De todos modos, sin la aplicación fosfatada fue muy baja (Tomita y otros, 2001 y Tomita y otros, 2001).

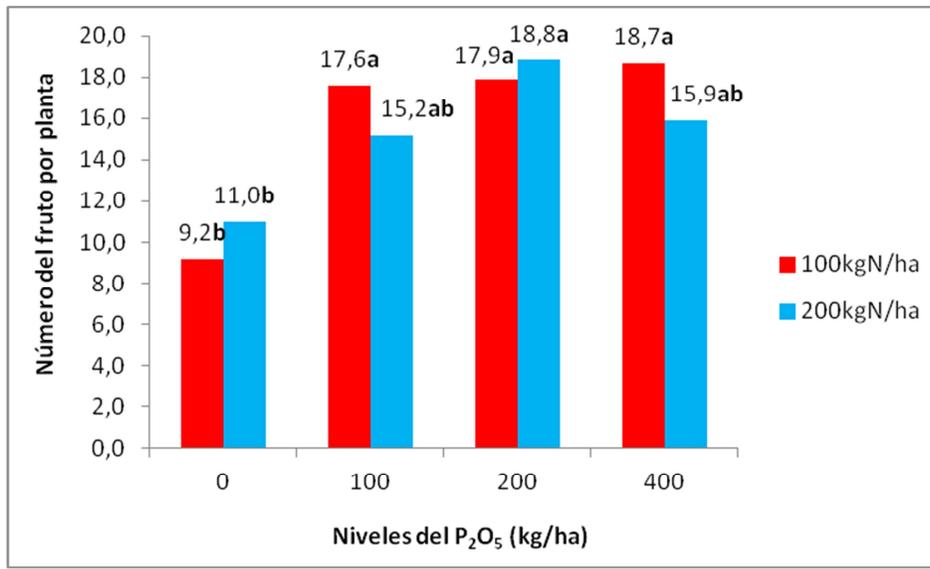


Figura 3. Comparación de número de fruto por planta de acuerdo a la fertilización nitrogenada y fosfatada. (Nota: Medias con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de 5% por la prueba de Duncan).

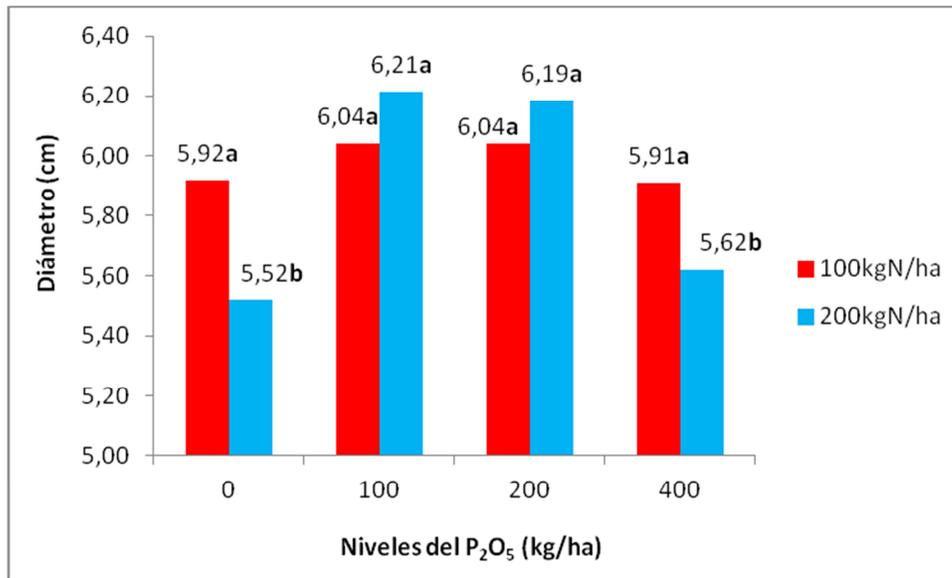


Figura 4. Comparación de diámetro de la fruta de acuerdo a la fertilización nitrogenada y fosfatada. (Nota: Medias con la misma letra no son significativamente diferentes por la prueba de Duncan).

La figura 4 muestra la comparación de diámetro del fruto de acuerdo a la fertilización nitrogenada y fosfatada. De los resultados de análisis de varianza, no se observó la diferencia significativa, mientras que se observó al 5% en la prueba de rango múltiple de Duncan para los tratamientos con 200kgN/ha. De todos modos la diámetro en el

tratamiento con 100kgP2O5/ha combinado con 200kgN/ha fue la más elevada.

En la figura 5 muestra la comparación de la altura de las frutas de tomate, y de los resultados de análisis de varianza se observó la diferencia significativa al 5% para la interacción de nitrógeno x fósforo, mientras que muestra el cuadro de la prueba de rango múltiple de Duncan sobre la altura de frutas. Se observó la diferencia significativa al 5% para los niveles del fósforo, en el tratamiento

con 100kgN/ha, se registró como nivel "a" en los 200 y 400kgP2O5/ha, mientras que el 100kgP2O5 como nivel "a" en el con 200kgN/ha.

De todos modos, la altura en el tratamiento con 200kgP2O5/ha combinado con 200kgN/ha fue la más alta, siguiendo, la altura en los 200 y 400kgP2O5/ha combinado con 100kgN/ha.

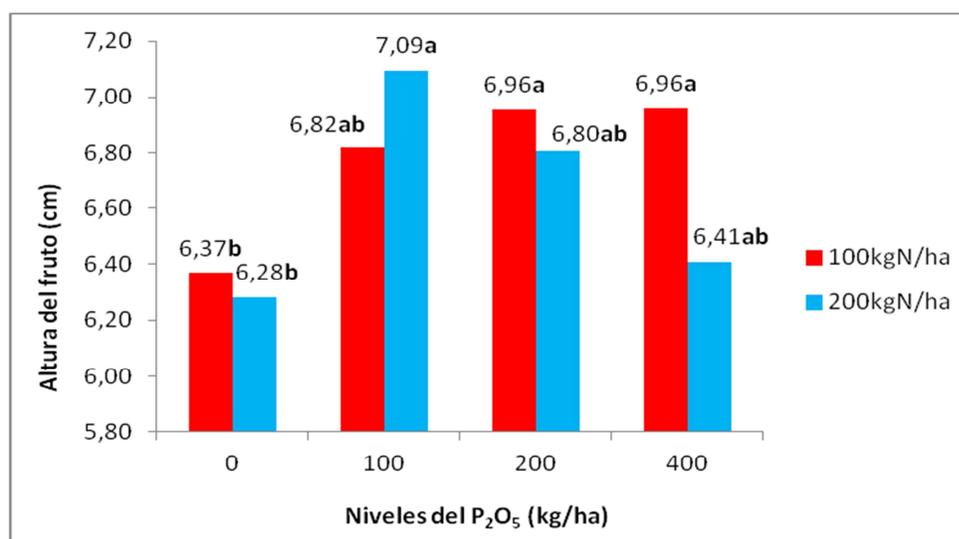


Figura 5. Comparación de altura de la fruta de acuerdo a la fertilización nitrogenada y fosfatada. (Nota: Medias con la misma letra no son significativamente diferentes por la prueba de Duncan).

Rendimiento de la fruta de Tomate

La figura 6 muestra la comparación del rendimiento de la fruta de acuerdo a la fertilización nitrogenada y fosfatada. De los resultados de análisis de varianza, se observó la diferencia significativa al 1% para los niveles del fósforo con respecto sobre el rendimiento del fruto, altamente. Estos

resultados se verificaran en la prueba de rango múltiple de Duncan, se registró nivel "b" en el tratamiento con 0kgP2O5/ha combinado con 100 y 200kgN/ha, respectivamente. Por fin, no se pudo esperar aumento del fruto sin la aplicación fosfatada (Sample y otros, 1986; Tomita y otros, 2001 y Tomita y otros, 2001).

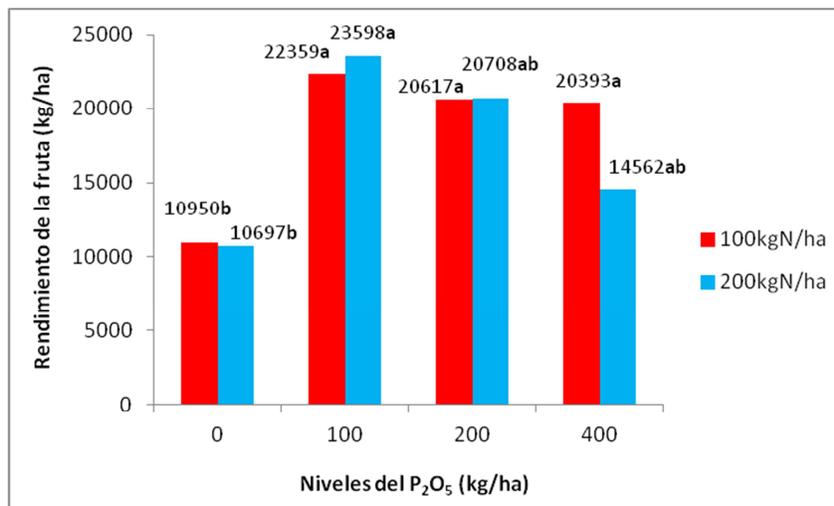


Figura 6. Comparación del rendimiento de la fruta de acuerdo a la fertilización nitrogenada y fosfatada. Nota: Medias con la misma letra no son significativamente diferentes por la prueba de Duncan.

Resultados del análisis de tejido vegetal en la fruta

Porcentaje del N-Total y P en la fruta

A continuación, la figura 7 muestra la comparación del porcentaje del N-Total en la fruta de acuerdo a la fertilización nitrogenada y fosfatada. De los resultados de análisis de

varianza, se observó la diferencia significativa al 1% para los niveles del P y al 5% para el N, respectivamente. Al aplicar 100kgP₂O₅/ha, se observó el más alto porcentaje para el N-Total en no sólo el tratamiento con 100kgN/ha sino también el con 200kgN/ha, y se registró como nivel "a" en la prueba de rango múltiple de Duncan.

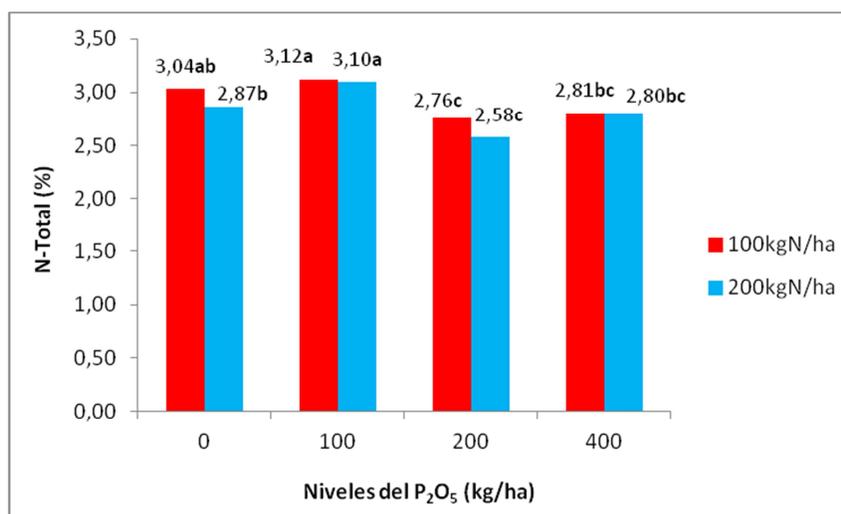


Figura 7. Comparación del porcentaje del N-Total en la fruta de acuerdo a la fertilización nitrogenada y fosfatada. (Nota: Medias con la misma letra no son significativamente diferentes por la prueba de Duncan).

Por otra parte, la figura 8 muestra la comparación del porcentaje del P en la fruta de acuerdo a la fertilización nitrogenada y fosfatada. De los resultados de análisis de varianza, se observó la diferencia significativa al 1% para los niveles del P y N, al aplicar 400kgP2O5/ha, se observó el más alto

porcentaje del P en los tratamientos con 100 y 200kgN/ha, y se registró como nivel "a" en la prueba de rango múltiple de Duncan a diferencia que el caso del porcentaje del N-Total. Se considera que la absorción del P en la fruta de acuerdo con la aplicación fosfatada en ambos tratamientos con el N.

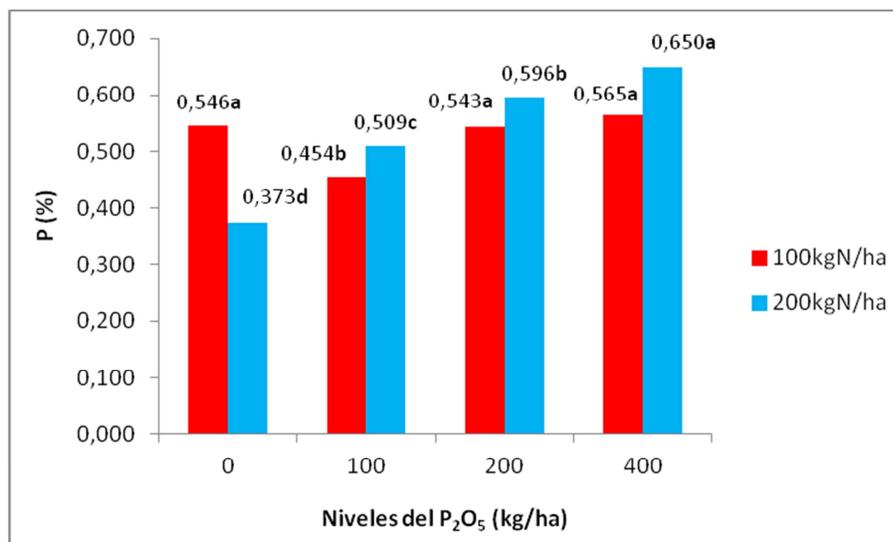


Figura 8. Comparación del porcentaje del P en la fruta de acuerdo a la fertilización nitrogenada y fosfatada. (Nota: Medias con la misma letra no son significativamente diferentes por la prueba de Duncan).

Absorción del N-Total y P en la fruta

Utilizando los resultados calculados del porcentaje seco, se calculó peso seco de la fruta en cada tratamiento del Fósforo combinado con Nitrógeno. Luego, se comprobó la absorción de estos elementos en la fruta por peso seco de la fruta por número del porcentaje / 100.

La figura 9 muestra la comparación de la absorción del N-Total en la fruta de acuerdo a la fertilización nitrogenada y fosfatada. Además la Tabla No12 muestra el cuadro de la prueba de rango múltiple de Duncan sobre la absorción del N-Total en la fruta.

Por el contrario, al aplicar 200kg y 400kgP2O5/ha, la absorción también fue muy bajo porque De los resultados de análisis de

varianza, se observó la diferencia significativa al 1% para los niveles del P e interacción del P x N y al 5% para los niveles del N, respectivamente. Similar que el caso del porcentaje del N-Total, al aplicar 100kgP2O5/ha, se alcanzó el más alta absorción en los ambos tratamientos con el N, y se registró como nivel "a" en la prueba de rango múltiple de Duncan. Por otra parte, la absorción del N-Total en los ambos tratamientos con el N fue más baja de otros en el caso de sin la aplicación fosfatada porque la fruta no se desarrolló. Fue aplicación elevada del P2O5kg/ha en comparación con la aplicación con 100kgP2O5/ha.

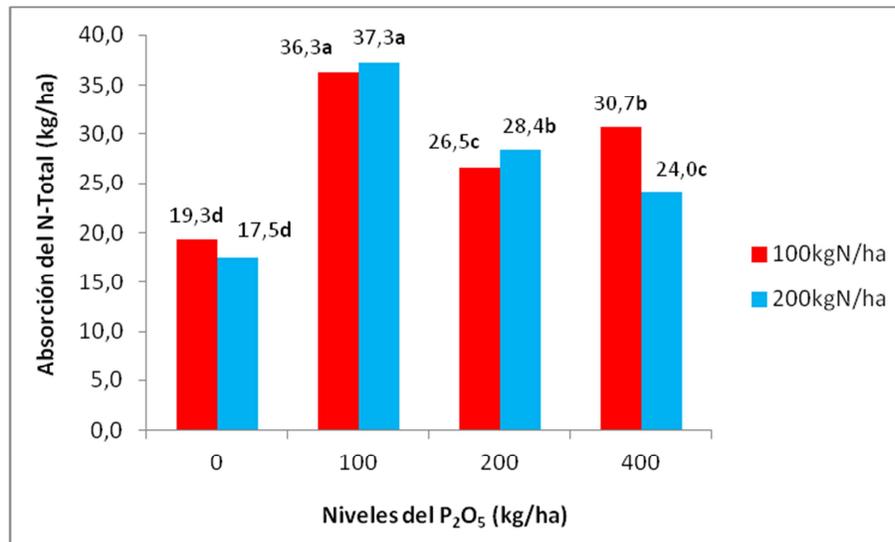


Figura 9. Comparación de la absorción del N-Total en la fruta de acuerdo a la fertilización nitrogenada y fosfatada. (Nota: Medias con la misma letra no son significativamente diferentes por la prueba de Duncan).

Por otra parte, la figura 10 muestra la comparación de la absorción del P en el fruto de acuerdo a la fertilización nitrogenada y fosfatada.

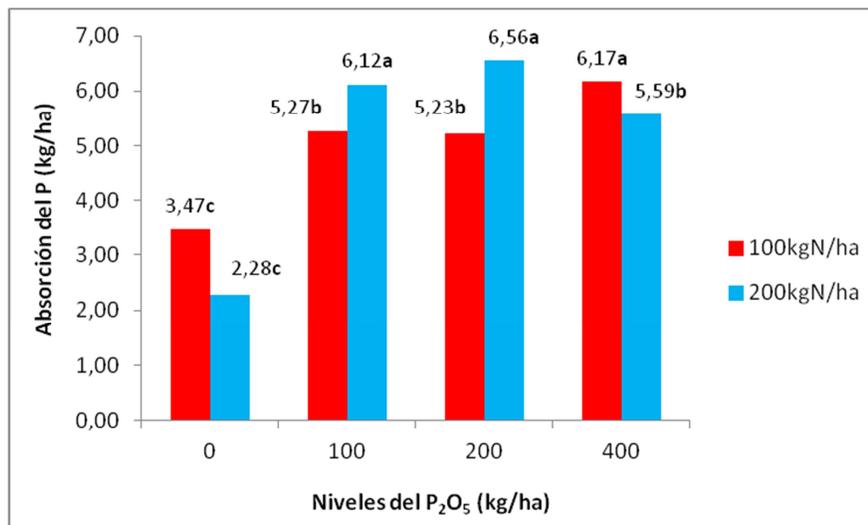


Figura 10. Comparación de la absorción del P en la fruta de acuerdo a la fertilización nitrogenada y fosfatada. (Nota: Medias con la misma letra no son significativamente diferentes por la prueba de Duncan).

De los resultados de análisis de varianza, se observó la diferencia significativa al 1% para los niveles del P y del N, respectivamente. Al aplicar 400kgP2O5/ha, se observó el más alta absorción en el tratamiento con 100kgN/ha, y para el con 200kgN/ha, se observó más absorción al aplicar 200kgP2O5/ha. Sobre la prueba de rango múltiple de Duncan, no se observó la diferencia significativa al 5% entre 200 y 100kgP2O5/ha en el tratamiento con 200kgN/ha. Para el tratamiento con 100kgN/ha, se aumentó la absorción fosfatada de acuerdo con la aplicación fosfatada.

Relación entre fruta seca y absorción del N-Total y P en la fruta

La figura 11 muestra la relación entre fruta seca y absorción del N-Total en la fruta sin separación de los tratamientos con 100kgN y 200kgN/ha. Además, la figura 12 muestra la relación entre fruta seca y absorción del P en la fruta sin la separación.

De todos modos, se observó la relación de la correlación alta entre la absorción del N-Total y del P, y el rendimiento de la fruta seca, y los valores del coeficiente determinado para el N-Total y P fueron muy altos. Por fin, al aumentar el rendimiento seco, se observó alta absorción de estos elementos.

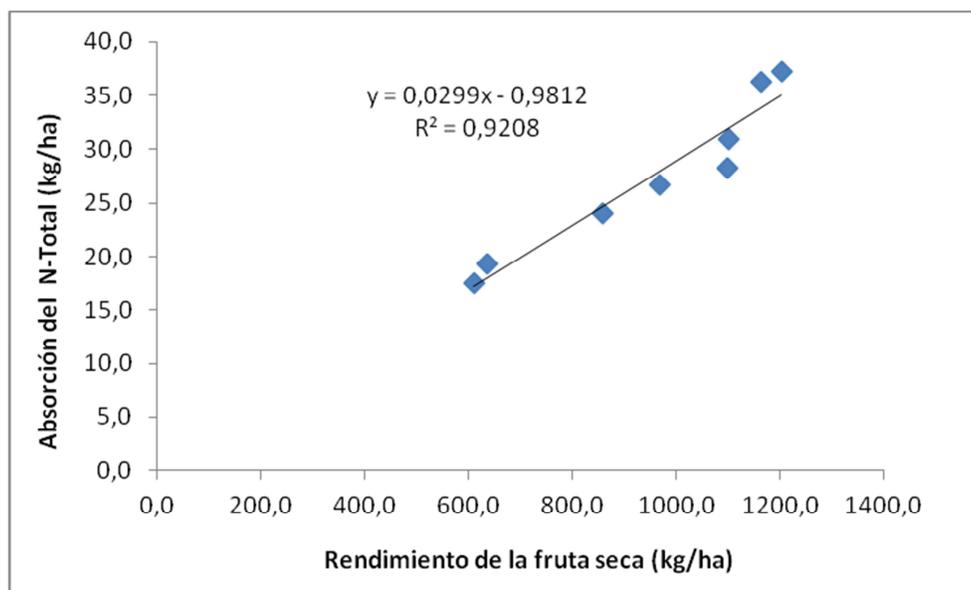


Figura 11. Relación entre fruta seca y absorción del N-Total en la fruta sin separación de los tratamientos con 100kgN y 200kgN/ha.

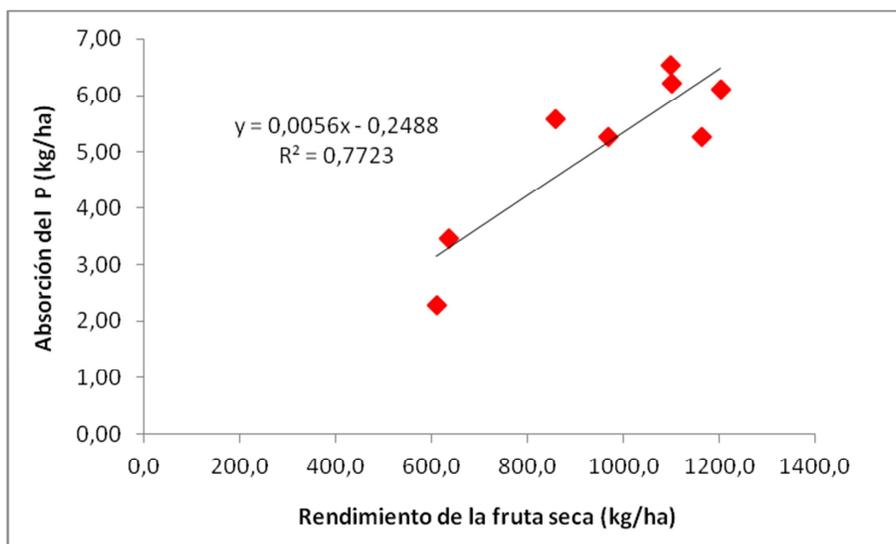


Figura 12. Relación entre fruta seca y absorción del P en la fruta sin separación de los tratamientos con 100kgN y 200kgN/ha.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se determinó que el trabajo de investigación de la siguiente forma. Con relación al número de frutas por planta se puede concluir que hubo diferencia altamente significativa en el cuadro de análisis de varianza (Parcelas divididas) (Ver la figura 3) y en la prueba de rango múltiple de Duncan definió que el tratamiento número tres (200kgP20/ha combinado con 100kgN/ha y 200kgN/ha) es altamente elevado a los tratamientos número uno (0kgP205/ha combinado con 200kgN/ha y 100Nkg/ha), dos (100kgP205kg/ha combinado con 100kgN/ha y 200kgN/ha), y cuarto (400kgP205/ha combinado con 200kgN/ha y 100kgN/ha) comparativamente para el cultivo de tomate.

Con relación al rendimiento de la fruta se puede mostrar que hubo diferencia significativa en el cuadro de análisis de varianza (Parcelas divididas) (Ver la Figura No6) y en la prueba de rango múltiple de Duncan demostró que el tratamiento número dos (100kgP205/ha combinado con 100kgN/ha y 200kgN/ha) es altamente

significativo con relación a los tratamientos número uno (0kgP205/ha combinado con 100KgN/ha y 200KgN/ha) y tres (200kgP205/ha combinado con 200KgN/ha y 100KgN/ha) y cuarta (400KgN/ha combinado con 100KgN/ha y 200KgN/ha) estos dos último son significativo con respecto al tratamiento número uno (0kgP205/ha) en el rendimiento de la fruta de tomate variedad Santa Cruz Kada Gigante en Kg/ha.

REFERENCIA

- Arévalos, P., Sunaga, S. (1999), Estudio de Suelo" Características Físico - Químicas de los Suelos del Área del Proyecto DERMASUR", Proyecto de Desarrollo Rural y Mejoramiento Ambiental del Sur de Pilar (DERMASUR). 39 p.
- Arias J. A. (2007), Suelos Tropicales. Editorial Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica. pp. 107-109.
- Barraza, F., Fischer, G., Cardona, C. (2004), Estudio del proceso de crecimiento del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en el Valle del Sinú medio, Colombia. Agron. Colomb. 22(1), 81-90.

- Clima en Pilar, Selecciona en mes del año. (2012), <http://www.tutiempo.net/clima/PILAR/2012/862550.htm>
- Cruz, J., Jiménez, F., Ruiz, J., Días, G., Sánchez, P., Perales, C., Arellanes, A. (2003), Evaluaciones de densidad de siembra en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero, *Agron. Mesoamer.* 14(1), 85-88.
- Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias. (2009), Censo Agropecuario Nacional 2008. Volumen I. Ministerio de Agricultura y ganadería, San Lorenzo, Paraguay. pp. 105.
- De la Cruz-Lázaro, E., Estrada-Botello, M. A., Robledo-Torres, V., Osorio-Osorio, R., Márquez-Hernández, C., Sánchez-Hernández, C. (2009). Producción de tomate en invernadero con composta y vermicomposta como sustrato. *Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. Uciencia* 25(1), 59-67.
- Fox, R. H. y Piekielek, W. P. (1983). Response of corn to nitrogen fertilizer and the prediction of soil nitrogen availability with chemical test in Pennsylvania. *Penn. Agric. Expt. Stn. Bull.* 843.
- Guerrero, R. (1990). La eficiencia de la fertilización nitrogenada. *Suelos Ecuatoriales* 20 (1), 88-96.
- Ho, L.C. (1992), Fruit growth and sink strength. pp. 101124. En: Marshall, C. y J. Grace (eds.). *Fruit and seed production. Aspects of development, environmental physiology and ecology.* Society for Experimental Biology Seminar 47. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Reyes, C. P. (1980), Diseño de experimentos aplicados. Editorial Trillas. México. 61-77, 179-197, 179-280.
- Sample, E.C., Soper, R. J., and Racz, G. J. (1986), Reactions of phosphate fertilizers in soils, in *The Role of Phosphorus in Agriculture* (2nd print), F. E. Khasawneh, E. C. Sample, and E. J. Kamprath, Eds., Am. Soc. Agron., Crop. Sci. Am., and Soil Sci. Soc. Am., Madison, WI, pp. 263-310.
- Tomita, K., Márquez, E., Pardo, C., Sánchez, R. (2001), Efecto de cal y fósforo en el cultivo de cultivo de maíz variedad Across-7728 y Guararé-8128 en un Ultisol, Panamá (variedad adaptable para agricultores pequeños y aplicación económica de materiales). *Suelos Ecuatoriales* 31(1), 14-25.
- Tomita, K., Márquez, E., Pardo, C. (2001), Efecto de la roca fosfórica en el cultivo de arroz en un Ultisol, Panamá. *Suelos Ecuatoriales* 31(2), 112-117.