

Efecto del momento del riego y el nitrato de calcio en plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.)

Irrigation moment and calcium nitrate effect on tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) plants

C. Ruiz¹, T. Russián² y D. Tua¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, INIA, Estación Experimental Falcón.

²Universidad Nacional Experimental "Francisco de Miranda", UNEFM.

Resumen

Se estudió el efecto del momento de riego y la aplicación de calcio sobre el crecimiento y la primera cosecha de plantas de tomate cv. Río Grande. Se utilizó riego por surcos y como fuente de Ca el nitrato de calcio (240 kg.ha⁻¹). Los tratamientos fueron riego en la mañana + Ca (RmCa); riego en la tarde + Ca (RtCa); riego en la mañana sin Ca (RmSCa) y riego en la tarde sin Ca (RtSCa). Se usó un diseño de parcelas divididas con dos factores dos niveles y tres repeticiones. A los 40 y 60 días después de aplicado el tratamiento (ddat), se evaluaron las variables altura de la planta (ap), número de ramas primarias (rp), número de racimos florales (nrf), de flores (nf), de frutos con pudrición terminal (fpt) y sanos (fs), peso fresco (pf) y peso seco (ps) de la hoja. El N con excepción del tratamiento RmCa, a los 40 ddat se encontró en niveles suficientes y estuvo deficiente a los 60 ddat; el P y el Mg se encontraron suficientes, el K bajo, el Ca alto y los microelementos suficientes. La mayor ap, a los 40 ddat, correspondió al Rt y al Ca, de igual manera a los 60 ddat pero SCa. En las variables rp, nrf, nf, no se encontraron diferencias estadísticas. El mayor número de fs correspondió a los tratamientos RmCa y RtSCa y el mayor promedio de fpt, al RmSCa y RtSCa. No se encontraron diferencias para las variables pf y ps.

Palabras clave: pudrición terminal, tomate, calcio, riego

Abstract

The effect of irrigation moment and calcium applying on growing and the first harvest of tomato cv. Rio Grande plants was studied. Irrigation by furrows was used and nitrate of calcium ($240 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) was used as a calcium source. Treatments were morning irrigation + Ca (MICa); afternoon irrigation + Ca (AICa); irrigation in the morning without Ca (MIWCa) and afternoon irrigation without Ca (AIWCa). A plot design divided with two factors, two levels and three replicates was used. The variables were evaluated to the 40 and 60 days after the treatment applied (DATA). Plant eight (PH), primary branches number (PBN), of floral clusters (FCN), of flowers (FN), of blossom-end rot fruits (BERF) and healthy (HF), fresh weight (FW) and dry weight (DW) of leaf were evaluated. N except for the treatment MICa, to the 40 DATA were found in enough levels and it was deficient to the 60 DATA; P and Mg were enough, K was low, Ca was found high and the microelements were found in enough levels. The larger PH, to the 40 DATA, corresponded to the IA and the Ca, in the same way to the 60 DATA to WCa. In the variable PBN, FCN and FN, statistical differences were not found. The larger number of FN corresponded to the treatments IMCa and IAWCa and the higher average of BERF to the AIWCa and AIWCa. Differences were not found for the variables FW and DW.

Key words: Blossom-end rot, tomato, calcium, irrigation

Introducción

El municipio Federación representa una de las áreas productoras de hortalizas más importantes del estado Falcón, en donde los cultivos tomate, pimentón y cebolla son los rubros principales. La producción de tomate se concentra mayormente en la zona semiárida del municipio, específicamente en los sectores Barrio Nuevo, El Paují, La Estación, Guarabal, Las Playitas y Agua Larga.

Las pérdidas de frutos de tomate, en la cosecha, por causa del daño denominado pudrición terminal (PT) del fruto, representan alrededor de un 15% de la producción, de acuerdo a estimaciones de los productores y muestreos fitosanitarios realizados. Generalmente, este daño ha sido aso-

Introduction

Federacion municipality represents one of the more important vegetables producer areas of Falcon state, in where the tomato, pepper and onion crops are the main fruits. Tomato production is mainly centered in the semi arid region of municipality, specifically in "Barrio Nuevo", "El Pauji", "La Estacion", "Guarabal", "Las Playitas" and "Agua Larga" sectors.

Tomato fruit losses, in harvest, because the damage called blossom-end rot (BER) of fruit, represent around 15% of production, according to producers estimations and healthy plants samplings made. Generally, this damage have been related to calcium deficiency in plant and soil; however,

ciado con deficiencia de calcio en la planta y en el suelo; sin embargo, los productores manifiestan su inquietud de que los análisis de suelo reflejan altos contenidos de calcio en el suelo y el daño se manifiesta claramente. Al respecto, se ha propuesto que la PT no está directamente causada por la deficiencia de calcio, sino que es el resultado de la expresión de algún gen en condiciones de estrés (Nonami *et al.*, 1995). A pesar de los progresos para comprender la pudrición terminal, poco se conoce acerca del porqué los cultivares difieren en la susceptibilidad a determinadas prácticas culturales y condiciones ambientales pre-disponen a este desorden fisiológico (Kinet y Peet, 1997).

La anomalía no es causada por un simple factor, sino por al menos dos eventos en serie: 1) mayor susceptibilidad a diversos estreses debido al aumento en la concentración de giberelina, resultando en un decrecimiento acentuado en la concentración de Ca, causando aumento en la permeabilidad de las membranas celulares; 2) la ocurrencia de algún estrés enzimático de determinada intensidad (déficit hídrico altas concentraciones salinas o de NH₄⁺, alta temperatura, entre otros) provocará el deterioro de las membranas de las células del fruto, principalmente los recién formados, con la subsecuente pérdida de turgor y vaciado de líquido celular (Saure, 2001).

El transporte de Ca desde la raíz por baja transpiración, se ha considerado la mayor razón de la poca acumulación del mineral en el fruto. El Ca es principalmente transportado a través de los vasos del xilema en la

the producers are worried about this situation in which the soil analysis shows high calcium contents and the damage is not clearly observed. On this respect, BERF is not directly caused by the calcium deficiency but it is the result of the gene expression in stress conditions (Nonami *et al.*, 1995). Despite of progress for understanding the blossom-end rot, there is a little knowing about the reason why cultivars differs in the susceptibility to certain cultural practices and environmental conditions favors this physiological disorder (Kinet and Peet, 1997).

The irregularity is not caused by a simple factor, but at least by two serial events: 1) larger susceptibility to different stress because to the increase in the gibberellins concentrations, resulting in an accentuated decrease in Ca concentration, by causing an increase in the permeability of cellular membranes; 2) the occurrence of some enzymatic stress of determined intensity (hydric deficit, high saline or NH₄⁺ concentrations, high temperature, among others) that will cause damage of fruit cells membranes, principally those recently formed, with the subsequent swelling lost and empty of cellular liquid (Saure, 2001).

Ca transportation from root by low transpiration has been considered the high reason for the little mineral accumulation in fruit. Ca is principally moved through xylem vessels in the transport current in where this moves in a free way with the water to the leaves and to the youth fruits (Tadesse *et al.*, 2001).

corriente transpiratoria donde este se mueve libremente con el agua a las hojas y las frutos jóvenes (Tadesse *et al.*, 2001).

De tal manera, que debido a los diversos procesos involucrados en la producción de tomate, afectados directamente por condiciones ambientales específicas, es más importante optimizar las condiciones edafoclimáticas y la cantidad de los insumos, que maximizar las cantidades de estos (Rezende, 2003). En tal sentido, el objetivo de este trabajo fue analizar las causales de la PT en frutos de tomate, bajo el manejo adecuado del riego, sin perder de vista la nutrición mineral de la planta, como principales factores de la ocurrencia de este desorden en áreas productoras del municipio Federación.

Materiales y métodos

El ensayo se realizó en la localidad de Barrio Nuevo en la Parroquia Churuguara, capital del municipio Federación del estado Falcón, ubicada entre los 10° 45' a 10° 46' de latitud Norte, 69° 37' y 69° 38' de longitud Oeste, a una altitud de 655 msnm. Esta área se encuentra localizada dentro de un Bosque muy seco tropical (Ewel *et al.*, 1976). La precipitación promedio anual varía de 350 a 550 mm. La temperatura promedio anual es de 28°C, cuya máxima absoluta es de 32°C y una mínima absoluta de 28°C. La evapotranspiración supera los 2.000 mm.año⁻¹ (Beg *et al.*, 1976).

El material vegetal utilizado fue el híbrido Río Grande de la compañía Peetoseed, el cual es un híbrido tipo

So that, due to different processes involved on tomato production, directly affected by specific environmental conditions, it is more important to optimize the edapho climatic conditions and the input quantity than to maximize those quantities (Rezende, 2003). In this sense, the purpose of this study was to analyze the causal of BERF in tomato fruits, under the irrigation adequate management, without losing of view the mineral nutrition of plant, like principal factors of occurrence of this disorder in producer areas of Federación municipality.

Materials and methods

Essay was carried out in the Barrio Nuevo sector, in Churuguara Parrish, capital of "Federación" municipality, of Falcon state, located between 10° 45' to 10° 46' of North latitude, 69° 37' and 69° 38' of West longitude, at an altitude of 655 msnm. This area is located inside of a very dry tropical forest (Ewel *et al.*, 1976). The annual mean rainfall vary from 350 to 550 mm. Annual mean temperature is of 28°C, with an absolute maximum of 32°C and a absolute minimum of 28°C. Evapotranspiration overcomes the 2.000 mm.año⁻¹ (Beg *et al.*, 1976).

Vegetable material used was the Rio Grande hybrid of Peetoseed company, which is a hybrid type "little pear", with yield superior to 40.000 kg.ha⁻¹, of a good adaptability in region, besides of being a resistant material to *Fusarium*, races I and II and *Verticillium* (Ruiz, 2000). Soil analysis showed very low P levels; K, medium (100 ppm); Ca, high (1400

perita, con rendimientos superiores a los 40.000 kg.ha⁻¹, de buena adaptabilidad en la zona, además de ser un material resistente a *Fusarium*, razas I y II y *Verticillium* (Ruiz, 2000). El análisis de suelo mostró niveles de P, muy bajos; K, medio (100 ppm); Ca, alto (1400 ppm); M.O., medio (2,60%); C.E. baja (0,69) y 7,2 de pH.

Los tratamientos fueron: 1) 240 kg.ha⁻¹ de nitrato de calcio además de riego en la mañana (RmCa); 2) 240 kg.ha⁻¹ de nitrato de calcio además de riego en la tarde (RtCa); 3) riego en la mañana sin Ca (RmSCa) y 4) riego en la tarde sin calcio (RtSCa). El riego se realizó por surcos, sistema de riego más usado en la zona. Se utilizó una fertilización básica fraccionada, de 150 kg.ha⁻¹ de nitrato de amonio (33,5 N), 80 kg.ha⁻¹ de fosfopoder (28% de P₂O₅, 21% de CaO y 4% de S) y 180 kg.ha⁻¹ cloruro de potasio (60% K₂O). La dosis de calcio señalada, se aplicó en el transplante, mientras que el riego inicial se aplicó diario, y luego cada tres días en el momento que correspondía según el tratamiento.

Se marcaron cinco plantas por tratamiento en donde se evaluaron las variables que a continuación se mencionan, a los 40 y 60 días después de aplicado el tratamiento (ddat). Cabe destacar que solamente se realizaron estas dos evaluaciones por cuanto los niveles de infestación de plagas y enfermedades fueron muy altos, así como también la presión de pesticidas, lo cual afectó los siguientes muestreos.

Variables evaluadas:

a) Altura de la planta (ap): se determinó con una cinta métrica desde la base del tallo hasta el ápice de la planta, expresando el resultado en cm.

ppm); M.O., medio (2.60%); C.E. little (0.69) and pH 7.2.

Treatments were: 1) 240 kg.ha⁻¹ of calcium nitrate, besides of morning irrigation (MICa); 2) 240 kg.ha⁻¹ of calcium nitrate besides of afternoon irrigation (AICa); 3) morning irrigation without Ca (MIWCa) and 4) afternoon irrigation without calcium (AIWCa). Irrigation was accomplished by furrows, irrigation system more used in region. A fractioned basic fertilization of 150 kg.ha⁻¹ of ammonium nitrate (33.5 N), 80 kg.ha⁻¹ of fosfopoder (28% of P₂O₅, 21% of CaO and 4% of S) and 180 kg.ha⁻¹ of potassium chloride (60% K₂O) was used. Calcium dose reported was applied in transplant, whereas initial irrigation was daily applied, and after, each three days at the correct moment according treatment.

Five plants by treatment were marked in where the following variables were evaluated, at 40 and 60 days after treatment applied (DATA). It is possible to detach that these two evaluations were made because the infestation levels of pest and diseases were higher, likewise the pesticide pressure which affected the following samplings.

Variables evaluated:

a) Plant height (PH): It was determined with a metric tape from stem basement until plant apex, by expressing result in cm.

b) Primary branches number (PBN): The number of branches present in principal stem until the more apical branch was counted.

c) Flower clusters number (FCN): The total number of floral clusters was determined by accumulative count.

b) Número de ramas primarias (rp): se contó el número de ramas presentes en el tallo principal hasta la rama más apical.

c) Número de racimos florales (nrf): se determinó por conteo acumulativo el número total de racimos florales.

d) Número de flores (nf): se determinó por conteo acumulativo, el número de flores presentes en cada racimo floral.

e) Número de frutos con PT (fpt) y frutos sanos (fs): durante la cosecha se separaron los frutos sanos y los afectados por PT, luego se totalizaron y se pesaron. Los resultados se expresaron en % de fs y fpt.

f) Peso fresco (pf): consistió en tomar de las cinco plantas, 20 hojas sin pecíolos, ubicadas opuestas y debajo del racimo floral más apical de la rama principal. Se lavaron con agua destilada y se pesaron en una balanza electrónica.

g) Peso seco (ps): previamente identificadas, se colocaron las 20 hojas anteriores en una estufa por 72 horas a 75°C, al cabo de este tiempo se volvieron a pesar en una balanza electrónica. Luego estas hojas fueron molidas y llevadas al laboratorio de análisis de tejido del CENIAP, donde se determinó el contenido de macro y microelementos.

Se usó un diseño en parcelas divididas con arreglo en bloques al azar, se estudiaron dos factores a dos niveles y tres repeticiones, lo que resultó en cuatro tratamientos de ocho surcos cada uno. Las parcelas principales representaron el momento de riego, mientras las secundarias, representaron la aplicación de calcio. Los

d) Flower number (FN): The flower number present in each floral cluster was determined by accumulative count.

e) Blossom-end rot fruits (BERF) and healthy fruits (HF): Healthy fruits and those affected by BER were separated during harvest after they were totalized and weighed. Results were expressed in % of HF and BERF.

f) Fresh weight (FW): From five plants studied, 20 leaves without petioles, opposed and under floral cluster more apical of principal branch were taken. They were washed with distilled water and after weighed on an electronic balance.

g) Dry weight (DW): Previous 20 leaves were identified, placed on an oven during 72 hours at 75°C passed this time, they were again weighed on an electronic balance. After, these leaves were grinded and taken to the Tissue Analysis Laboratory of CENIAP, in where the macro and micro nutrients were determined.

A design in plots divided with an arrangement in random blocks was used, two factors at two levels and three repetitions were studied, which resulted in four treatments of eight rows each. Principal plots represented the irrigation time, whereas the secondary ones, represented the calcium application. Results were analyzed through the statistical InfoStat Program and a Tukey means separation ($P < 0.05$) was used.

Results and discussion

Table 1 shows the analysis of macro nutrients in leaves evaluated at 40 and 60 days after transplant

resultados fueron analizados por el programa estadístico InfoStat y se utilizó una prueba de separación de medias de Tukey ($P < 0,05$).

Resultados y discusión

El cuadro 1 muestra el resultado del análisis de macronutrientes en hojas evaluados a los 40 y 60 días después del transplante (ddat). Se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) en el contenido de Ca y el Mg, en ambas fechas de evaluación. Con relación al N, este varió entre 3,76 y 4,23%, a los 40 ddat y 3,54 y 2,85% a los 60 ddat, contrario a esto, se han señalado valores de 5,60% en base a materia seca, en la fase de floración (Ruiz, 2000). Por otro lado, se consideran concentraciones adecuadas entre 4 y 6%, mientras que a 3% se señalan como niveles deficientes en plantas juveniles (Bennett, 1993; Jones *et al.*, 1991). Se observó que a diferencia del tratamiento RmCa, todos registraron niveles suficientes a los 40 ddat y que el N estuvo deficiente a los 60 ddat

Con relación al P, a los 40 ddat este osciló entre 2,3 y 2,7% y a los 60 ddat entre 1,9 y 2,3%, lo que se considera apropiado, ya que se han señalado concentraciones menores a 0,12% como deficientes y mayores a 0,2% como adecuados (Wilcox, 1993). Por el contrario, otros autores consideran como valores suficientes entre 0,25 y 0,75% (Jones *et al.*, 1991). El fósforo es requerido en altas concentraciones para el desarrollo normal del tomate y posterior producción (Wilcox, 1993). En ese orden de ideas, se ha reportado que concentraciones por debajo de 0,4% son deficientes en plantas jóve-

(DATA). Significant differences ($P < 0.05$) were found in Ca and Mg content, in both evaluation dates. In relation to N, this varied between 3.76 and 4.23%, at 40 DATA and 3.54 and 2.85% at 60 DATA, on the contrary, values of 5.60% have been reported in base to dry matter, in flowering phase (Ruiz, 2000). On the other hand, concentrations are considered adequate between 4 and 6%, whereas 3% are pointed out like deficient levels of young plants (Bennett, 1993; Jones *et al.*, 1991). In comparison to MICa treatment, it was observed that all of them showed levels superior to 40 DATA and N was deficient at 60 DATA.

In relation to P, at 40 DATA, oscillated between 2.3 and 2.7% and at 60 DATA between 1.9 and 2.3%, which is considered appropriated because concentrations inferior to 0.12% have been reported like deficient and superior to 0.2% is considered like adequate (Wilcox, 1993). On the contrary, other authors consider like sufficient values between 0.25 and 0.75% (Jones *et al.*, 1991). Phosphorus is required in high concentrations for the normal developing of tomato and posterior production (Wilcox, 1993). It have been reported that concentrations below 0.4% are deficient in young plants (Bennett, 1993).

K levels at 40 DATA were between 1.95 and 2.60% and between 1.27 and 1.86% at 60 DATA, which is considered low because normal concentrations are estimated between 4.0 and 8.0% (Jones *et al.*, 1991), in the same way, other authors pointed out concentrations inferior to 2.3%

resultados fueron analizados por el programa estadístico InfoStat y se utilizó una prueba de separación de medias de Tukey ($P < 0,05$).

Resultados y discusión

El cuadro 1 muestra el resultado del análisis de macronutrientes en hojas evaluados a los 40 y 60 días después del transplante (ddat). Se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) en el contenido de Ca y el Mg, en ambas fechas de evaluación. Con relación al N, este varió entre 3,76 y 4,23%, a los 40 ddat y 3,54 y 2,85% a los 60 ddat, contrario a esto, se han señalado valores de 5,60% en base a materia seca, en la fase de floración (Ruiz, 2000). Por otro lado, se consideran concentraciones adecuadas entre 4 y 6%, mientras que a 3% se señalan como niveles deficientes en plantas juveniles (Bennett, 1993; Jones *et al.*, 1991). Se observó que a diferencia del tratamiento RmCa, todos registraron niveles suficientes a los 40 ddat y que el N estuvo deficiente a los 60 ddat

Con relación al P, a los 40 ddat este osciló entre 2,3 y 2,7% y a los 60 ddat entre 1,9 y 2,3%, lo que se considera apropiado, ya que se han señalado concentraciones menores a 0,12% como deficientes y mayores a 0,2% como adecuados (Wilcox, 1993). Por el contrario, otros autores consideran como valores suficientes entre 0,25 y 0,75% (Jones *et al.*, 1991). El fósforo es requerido en altas concentraciones para el desarrollo normal del tomate y posterior producción (Wilcox, 1993). En ese orden de ideas, se ha reportado que concentraciones por debajo de 0,4% son deficientes en plantas jóvenes (Bennett, 1993).

(DATA). Significant differences ($P < 0.05$) were found in Ca and Mg content, in both evaluation dates. In relation to N, this varied between 3.76 and 4.23%, at 40 DATA and 3.54 and 2.85% at 60 DATA, on the contrary, values of 5.60% have been reported in base to dry matter, in flowering phase (Ruiz, 2000). On the other hand, concentrations are considered adequate between 4 and 6%, whereas 3% are pointed out like deficient levels of young plants (Bennett, 1993; Jones *et al.*, 1991). In comparison to MICa treatment, it was observed that all of them showed levels superior to 40 DATA and N was deficient at 60 DATA.

In relation to P, at 40 DATA, oscillated between 2.3 and 2.7% and at 60 DATA between 1.9 and 2.3%, which is considered appropriated because concentrations inferior to 0.12% have been reported like deficient and superior to 0.2% is considered like adequate (Wilcox, 1993). On the contrary, other authors consider like sufficient values between 0.25 and 0.75% (Jones *et al.*, 1991). Phosphorus is required in high concentrations for the normal developing of tomato and posterior production (Wilcox, 1993). It have been reported that concentrations below 0.4% are deficient in young plants (Bennett, 1993).

K levels at 40 DATA were between 1.95 and 2.60% and between 1.27 and 1.86% at 60 DATA, which is considered low because normal concentrations are estimated between 4.0 and 8.0% (Jones *et al.*, 1991), in the same way, other authors pointed out concentrations inferior to 2.3%

Cuadro 1. Efecto del momento de riego y la aplicación de CaNO₂ sobre el contenido de macroelementos en hojas de tomate, evaluados a los 40 y 60 días después de aplicado el tratamiento.

Table 1. Effect of irrigation time and CaNO₂ application on macro elements content in tomato leaves, evaluated to 40 and 60 days after treatment applied.

ddat	Tratamiento	Macroelementos (%)				
		N	P	K	Ca	Mg
40	RmCa	3,76 ^{a1}	2,6 ^a	1,95 ^a	3,30 ^b	5,4 ^{ab}
	RmSCa	4,11 ^a	2,6 ^a	2,04 ^a	2,72 ^a	4,7 ^a
	RtSCa	4,23 ^a	2,3 ^a	2,07 ^a	2,88 ^{ab}	5,1 ^{ab}
	RtSCa	4,07 ^a	2,7 ^a	2,60 ^a	3,17 ^{ab}	5,9 ^b
60	RmCa	3,54 ^a	2,3 ^a	1,86 ^a	3,23 ^a	5,2 ^{ab}
	RmSCa	2,96 ^a	1,9 ^a	1,57 ^a	3,20 ^a	5,5 ^b
	RtCa	2,98 ^a	2,0 ^a	1,27 ^a	3,32 ^a	4,9 ^a
	RtSCa	2,85 ^a	2,3 ^a	1,79 ^a	3,89 ^b	6,0 ^c

Promedio de 5 repeticiones.

¹Valores entre columnas seguido por letras diferentes, son estadísticamente diferentes (P<0,05) de acuerdo a la prueba de separación de medias de Tukey.

Los niveles de K a los 40 ddat estuvieron entre 1,95 y 2,60% y entre 1,27 y 1,86% a los 60 ddat, lo que se considera bajo ya que las concentraciones normales se estiman entre 4,0 y 8,0% (Jones *et al.*, 1991), de la misma manera, otros autores señalan concentraciones menores a 2,3% como niveles deficientes y 3,5% como niveles adecuados (Wilcox, 1993). También se han citado como nivel adecuado, a los 56 y 70 días después del transplante, valores 3,93 y 3,85%, respectivamente (Bennett, 1993). En este ensayo los menores valores de K se encontraron durante el riego en la mañana. Así mismo, hay estudios que reportan que la acumulación de K fue sustancialmente restringida, particu-

like deficient levels and 3.5% like adequate levels (Wilcox, 1993). Also, like adequate level 56 and 70 days after transplant, values 3.93 and 3.85%, respectively (Bennett, 1993). In this essay the lower K values were found during irrigation in morning. In this way, there are studies that reports that K accumulation was substantially restricted, particularly in leaves, but also, in tomato plants fruit growing in conditions of high moisture (Mulholland *et al.*, 2001). Also, factors that favor the Ca absorption restrict K and Mg absorption (Taylor and Locascio, 2004) and in this case Ca levels, always were high, which could influencing when fertilization was

larmente en las hojas, pero también en frutos de plantas de tomate que crecieron en condiciones de alta humedad (Mulholland *et al.*, 2001). Además, se conoce que los factores que favorecen la absorción de Ca, restringen la absorción de K y Mg (Taylor y Locascio, 2004) y en este caso los niveles de Ca, siempre estuvieron altos, lo que pudiera influir en que aun cuando se fertilizó con K, la absorción de este fué restringida cuadro 1.

Los valores de Ca estuvieron entre 2,72% (RmSCa) y 3,30% (RmCa) a los 40 ddat y entre 3,20% (RmSCa) y 3,89% (RtSCa) a los 60 ddat. Estos niveles se consideran altos al compararlos a lo que se ha reportado, como niveles normales de este elemento (entre 1,50 y 2,50%) (Jones *et al.*, 1991). Contrariamente, otros estudios señalan como niveles adecuados aquellos mayores a 3,0% y niveles deficientes los menores a 1,0% (Wilcox, 1993).

En este ensayo la mayor concentración de Ca, a los 40 ddat, se encontró en el tratamiento RmCa, esto pudiera estar relacionado con los factores que afectan la toma de Ca por la raíz, entre ellos se ha señalado la temperatura en la zona radical y el nivel de oxígeno (Tachibana, 1988 citado por Ho, 1999). La toma de Ca se incrementa entre los 14 y 26°C y pudiera ser reducido a mayores temperaturas (Ho, 1999). Contrario a estos resultados, otros investigadores han reportado que alta humedad solamente durante la noche, disminuyó el contenido de Ca, pero la respuesta a la humedad durante el día no fue significativa (Adams y Hand, 1993).

Por otro lado a los 60 ddat todos los tratamientos registraron altos ni-

carried out with K, its absorption was restricted (table 1).

Ca values were between 2.72% (MIWCa) and 3.30% (MICa) at 40 DATA and between 3-20% (MIWCa) and 3.89% (AIWCa) at 60 DATA. These levels are considered high when comparing to those previously reported like normal levels of this element (between 1.50 and 2.50%) (Jones *et al.*, 1991). On the contrary, other studies detach like adequate levels those superior to 3.0% and deficient levels inferior to 1.0% (Wilcox, 1993).

In this essay the higher Ca concentration, at 40 DATA, it was found that MICa treatment; this could be related to factors that affect Ca absorption by root, among them, temperature in radical area and oxygen level (Tachibana, 1988 cited by Ho, 1999). Ca absorption is increased between 14 and 26°C and could be reduced to high temperatures (Ho, 1999). In difference to these results, other researchers have reported that the high moisture only at night, decreased Ca content, but the response to the moisture during day was not significant (Adams and Hand, 1993).

On the other hand, at 60 DATA all the treatments registered high Ca levels that could be consequence of this element was in high levels in soil. Mg levels were between 4.7 and 5.9% at 40 DATA and between 4.9 and 6.0% at 60 DATA. Levels between 0.4 and 0.6% were considered normal (Jones *et al.*, 1991), although 1.15% have been reported like the higher level at 77 days after emergence and 0.42% like adequate (Wilcox, 1993). K was

veles de Ca que pudiera ser consecuencia de que este elemento se encontraba en niveles altos en el suelo. Los niveles de Mg estuvieron entre 4,7 y 5,9% a los 40 ddat y entre 4,9 y 6,0% a los 60 ddat. Se consideran niveles normales entre 0,4 y 0,6% (Jones *et al.*, 1991), aunque se ha señalado como el nivel más alto 1,15 % a los 77 días después de la emergencia y 0,42 % como adecuado (Wilcox, 1993). A diferencia del K, la aplicación de Ca, no disminuyó la absorción de este elemento.

Los resultados de los niveles de microelementos se muestran en el cuadro 2, solo se encontraron diferencias en el Zn a los 40 ddat. El Cu se registró entre 8,33 ppm (RtSCa) y 9,56 ppm (RmCa) y a los 60 ddat entre 4,10 ppm (RtSCa) y 7,45 ppm (RtCa), lo que se consideró normal, puesto que se han señalado rangos de 5-20 ppm como suficientes (Jones *et al.*, 1991). Con relación al Fe, en este ensayo se encontraron niveles de 170,67 – 318,97 ppm a los 40 ddat y entre 176,07 a 497,87 ppm a los 60 ddat; al respecto se estima como suficiente entre 40 – 200 ppm y en exceso más de 200 ppm (Jones *et al.*, 1991).

Los niveles del Zn oscilaron de 22,89 ppm (RmSCa) a 28,73 ppm (RtSCa) a los 40 ddat y 21,65-24,54 ppm a los 60 ddat, y el Mn entre 51,54-79,08 ppm a los 40 ddat y 49,95-95,19 ppm a los 60 ddat los cuales se consideraron rangos suficientes para ambos elementos (Jones *et al.*, 1991). En este ensayo no hubo una tendencia clara de que el Ca afectara la absorción de los microelementos. Sin embargo, se observó que el riego por la tarde promovió la absorción de Zn.

Otras investigaciones donde se

different, Ca application, did not decrease the absorption of this element.

Results of microelements levels are shown in table 2. Differences were only found in Zn at 40 DATA. Cu was registered between 8.33 ppm (IAWCa) and 9.56 ppm (MICa) and at 60 DATA between 4.10 ppm (IAWCa) and 7.45 ppm (IACa), which is considered normal, because ranks of 5.20 ppm have been reported like enough (Jones *et al.*, 1991). In relation to Fe, in this essay levels of 170.67 – 318.97 ppm were found at 40 DATA and between 176.07 to 497.87 ppm at 60 DATA; on this respect, 40 – 200 ppm is estimated like enough between and more of 200 ppm is considered like an excess (Jones *et al.*, 1991).

Zn levels oscillated from 22.89 ppm (MIWCa) to 28.73 ppm (AIWCa) at 40 DATA and 21.65-24.54 ppm at 60 DATA; respect to Mn, between 51.54-79.08 ppm at 40 DATA and 49.95-95.19 ppm at 60 DATA which were considered ranks sufficient for both elements (Jones *et al.*, 1991). There was a clear tendency in this essay about Ca will affect the microelement absorption. However, afternoon irrigation promoted Zn absorption.

Other researches in where quantity and micronutrients absorption by tomato plants was observed in glasshouse, by using different application ways: foliar, through soil and fertirrigation; reported, there was no differences in relation to production, the application way and the higher concentrations were registered in flowering time (35 days after transplant) with the following concentrations (mg.kg⁻¹) as

Cuadro 2. Efecto del momento de riego y la aplicación de CaNO₂ sobre el contenido de microelementos en hojas de tomate, evaluados a los 40 y 60 días después de aplicado el tratamiento.

Table 2. Effect of irrigation time and CaNO₂ application on microelements content in tomato leaves, evaluated at 40 and 60 days after treatment applied.

ddat	Tratamiento	Microelementos (ppm)			
		Cu	Fe	Zn	Mn
40	RmCa	9,56 ^{a1}	268,13 ^a	24,52 ^{ab}	51,54 ^a
	RmSCa	9,16 ^a	318,97 ^a	22,89 ^a	53,27 ^a
	RtSCa	8,33 ^a	285,38 ^a	26,22 ^{ab}	79,08 ^a
	RtSCa	9,16 ^a	170,67 ^a	28,73 ^b	53,27 ^a
60	RmCa	6,91 ^a	176,07 ^a	23,31	50,37 ^a
	RmSCa	6,18 ^a	402,47 ^a	21,65	60,78 ^a
	RtCa	7,45 ^a	497,87 ^a	22,48	49,95 ^a
	RtSCa	4,10 ^a	289,23 ^a	24,54	95,19 ^a

Promedio de 5 repeticiones.

¹Valores entre columnas seguido por letras diferentes, son estadísticamente diferentes (P<0,05) de acuerdo a la prueba de separación de medias de Tukey.

evaluó la cantidad y los tenores de micronutrientes absorbidos por plantas de tomate, en invernadero, utilizando diferentes vías de aplicación: foliar, por el suelo y por fertirrigación; reportaron que no hubo diferencias en cuanto a la producción, en relación a la forma de aplicación y que las mayores concentraciones se registraron en la época de floración (35 días después del trasplante) con las siguientes concentraciones (mg.kg⁻¹) en función de la materia seca: 56,1 de B; 107,8 de Cu; 440,4 de Fe; 313,8 de Mn; 194,9 de Zn. A los 63 días después del trasplante, las concentraciones, en mg.kg⁻¹, fueron las siguientes: 58,9 de B; 88,3 de Cu; 179,4 de Fe; 316,3 de Mn; 195,8 de Zn. (Rodríguez *et al.*,

a function of dry matter: 56.1 of B; 107.8 of Cu; 440.4 of Fe; 313.8 of Mn; 194.9 of Zn. At 63 days after transplant, concentrations, in mg.kg⁻¹, were the following: 58.9 of B; 88.3 of Cu; 179.4 of Fe; 316.3 of Mn; 195.8 of Zn. (Rodríguez *et al.*, 2002).

In table 3 the independent effects of calcium nitrate and the irrigation time on plant height are shown (PH) and primary branches number (PBN) in tomato plants cv Rio Grande evaluated at 40 and 60 DATA. In relation to PH, significant differences were found in the two evaluation dates; at 40 DATA the higher values were registered on afternoon irrigation with 36.41 cm and Ca with 38.51 cm.

2002).

En el cuadro 3 se muestran los efectos independientes del nitrato de calcio y el momento del riego sobre la altura de la planta (ap) y el número de ramas primarias (rp) en plantas de tomate cv Río Grande evaluados a los 40 y 60 ddat. Con relación a la ap, se encontraron diferencias significativas en las dos fechas de evaluación, a los 40 ddat los mayores valores se registraron en el riego en la tarde con 36,41 cm y el Ca con 38,51 cm.

A los 60 ddat, los mayores valores correspondieron al Rt y SCa con 63,25 y 61,93 cm, respectivamente. No obstante, cuando se analizó la interacción (figura 1) a los 40 ddat la mayor ap correspondió al tratamiento RtCa con 42,92 cm y a los 60 ddat al RtSCa con 63,30 cm pero seguido del RtCa con 63,20 cm. Se observó que las plantas regadas en la tarde y su-

At 60 DATA, the higher values corresponded to AI and WCa with 63.25 and 61.93 cm, respectively. Nevertheless, when interaction was analyzed (figure 1) at 40 DATA the higher PH corresponded to IACa treatment with 42.92 cm and at 60 DATA to the IAWCa with 63.30 cm but followed by IACa with 63.20 cm. Plants irrigated in afternoon and supplied with Ca, reached the higher height.

In the variable PB, at 40 DATA significant differences were found for Ca, being superior PBN when this was applied (10.90) in comparison to Ca (8.80). In relation to irrigation time, values were 9.10 and 8.80 branches for IM and IA treatments, respectively. On the contrary, at 60 DATA, significant differences were registered at irrigation time, and for Ca were not. In relation to irrigation, the higher value was found at IA

Cuadro 3. Efecto del momento de riego y la aplicación de CaNO_2 sobre la altura y N° de ramas primarias en plantas de tomate cv Río Grande, evaluados a los 40 y 60 días después de aplicado el tratamiento.

Table 3. Effect of irrigation time and CaNO_2 application on height and primary branch numbers in tomato plants cv Río Grande, evaluated at 40 and 60 days after treatment applied.

Tratamiento	Altura de la planta		Ramas primarias	
	40 ddat	60 ddat	40 ddat	60 ddat
Riego mañana	32,14 ^{a1}	55,98 ^a	9,10 ^a	12,30 ^a
Riego tarde	36,41 ^b	63,25 ^b	8,80 ^a	14,00 ^b
Calcio	38,51 ^b	57,30 ^a	10,90 ^b	13,00 ^a
Sin calcio	30,04 ^a	61,93 ^b	7,00 ^a	13,30 ^a

Promedio de 5 repeticiones.

¹Valores entre columnas seguido por letras diferentes, son estadísticamente diferentes ($P < 0,05$) de acuerdo a la prueba de separación de medias de Tukey.

plidas con Ca, alcanzaron la mayor altura.

En la variable rp, a los 40 ddat se encontraron diferencias significativas para el Ca, siendo mayor el nrp cuando se aplicó éste (10,90) que sin Ca (8,80). Con relación al momento de riego los valores fueron 9,10 y 8,80 ramas para los tratamientos Rm y Rt, respectivamente. Por el contrario a los 60 ddat, se registraron diferencias significativas en el momento de riego, no siendo así para el Ca. En cuanto al riego, el valor mas alto se encontró en el Rt (14,00). En el otro factor con y sin Ca, se registró el mismo promedio (13,00).

La figura 1 muestra el resultado de la interacción momento de riego y aplicación de nitrato de calcio. Se observó que la mayor altura a los 40 y 60 ddat, correspondió al tratamiento RtCa. Algunos resultados de

(14.00). In the other factor with and without Ca, the same average was recorded (13.00).

Figure 1 shows the result of irrigation time and calcium nitrate interaction. The higher height was observed at 40 and 60 DATA, corresponded to IACa treatment. Some results of researches pointed out that Ca deficiency reduce growth rate and leaves and branches number; also, it causes marginal necrosis of apex, rachis stems, reduction of dry matter content and little radical development (Wilcox, 1993).

Table 4 shows the results for FC and FN variables, evaluated at 40 and 60 DATA. Significant differences for FC variable were not found in any of evaluation dates. In FN variable, significant differences were not found for calcium factor at 40 DATA by

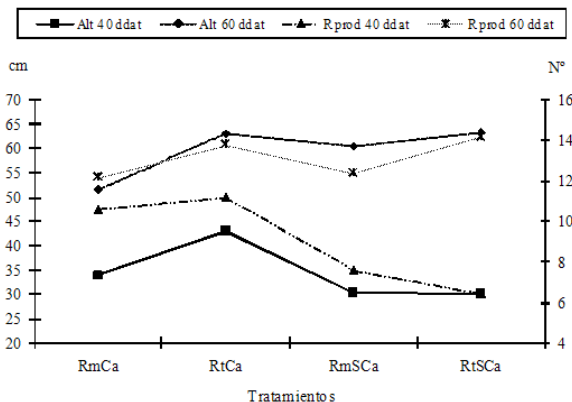


Figura 1. Efecto de la interacción momento de riego y aplicación de CaNO₂, evaluados a los 40 y 60 ddat, sobre la altura y el número de ramas primarias, en plantas de tomate cv. Río Grande.

Figure 1. Effect of irrigation time and CaNO₂, interaction evaluated at 40 and 60 DATA, on height and primary branches number in tomato plants cv. Río Grande.

investigaciones señalan, que la deficiencia de Ca disminuye la tasa de crecimiento y el número de hojas y ramas; además ocasiona síntomas de necrosis marginal de hojas, tallos raquíuticos, reducción del contenido de materia seca y poco desarrollo radical (Wilcox, 1993).

El cuadro 4 muestra los resultados para las variables rf y nf evaluados a los 40 y 60 ddat. No se encontraron diferencias significativas para la variable rf en ninguna de las fechas de evaluación. En la variable nf sólo se encontró diferencias significativas para el factor calcio a los 40 ddat registrándose valores de 16,30 con Ca y 11,40 sin Ca; los promedios de riego fueron de 14,30 y 13,40 para el Rm y el Rt, respectivamente.

Los resultados de los frutos sanos y frutos con PT, pueden verse en la figura 2 el mayor promedio de fs

registering values of 16.30 with Ca and 11.40 without Ca; the irrigation averages were 14.30 and 13.40 for IM and IA, respectively.

Results of HF and BERF, could be observed in figure 2, the higher average corresponded to IMCa and IAWCa treatments (11 fruits), which can be explained by those reported by other authors that in PT have more influence the stresses and genetic than Ca quality (Nonami *et al.*, 1995; Saure, 2001). PT occurs in plants with adequate Ca supply in glasshouse conditions when: (a) Ca transportation is reduced by the rapid growth o fruit distal tissue, or (b) demand of fruit distal tissue is increased by a fruit expansion accelerating (Ho, 1999).

In the apical rot practice, this could be prevented by an increase on Ca transport toward fruit by reducing transpiration (Li *et al.*, 2001). In this

Cuadro 4. Efecto del momento de riego y la aplicación de CaNO₂ sobre el número de racimos florales y el número de flores en plantas de tomate cv Río Grande, evaluados a los 40 y 60 días después de aplicado el tratamiento.

Table 4. Effect of irrigation time and CaNO₂ application on floral clusters number and flower number in tomato plants cv Rio Grande, evaluated at 40 and 60 days after treatment applied.

Tratamiento	Racimos florales		Número de flores	
	40 ddat	60 ddat	40 ddat	60 ddat
Riego mañana	4,90 ^{a1}	28,20 ^a	14,30 ^a	44,00 ^a
Riego tarde	5,90 ^a	29,20 ^a	13,40 ^a	47,00 ^a
Calcio	5,00 ^a	29,20 ^a	16,30 ^b	45,00 ^a
Sin calcio	5,80 ^a	28,20 ^a	11,40 ^a	46,00 ^a

Promedio de 5 repeticiones.

¹Valores entre columnas seguido por letras diferentes, son estadísticamente diferentes (P<0,05) de acuerdo a la prueba de separación de medias de Tukey.

correspondió a los tratamientos RmCa y RtSCa (11 frutos), esto puede ser explicado por lo señalado por otros autores de que en la PT influyen más los estreses y la genética que la misma cantidad de Ca (Nonami *et al.*, 1995; Saure, 2001). Se ha encontrado que la PT ocurre en plantas con adecuada suplencia de Ca en condiciones de invernadero cuando: (a) se reduce el transporte de Ca por el crecimiento rápido del tejido distal del fruto, o (b) se incrementa la demanda del tejido distal del fruto por un aceleramiento de la expansión del fruto (Ho, 1999).

En la práctica la pudrición apical puede ser prevenida por un incremento en el transporte de Ca hacia el fruto reduciendo la transpiración (Li *et al.*, 2001). En este caso al regar en la tarde, aun cuando no se suministró Ca, no se observó diferencia en el tratamiento donde si se suministró. Estos resultados pudieran

case, when irrigation was made on afternoon, even when Ca was supplied, differences were not observed in treatment in where it was supplied. These results could demonstrate that in region, recommendations to producers have not been guided to Ca fertilization, but also, to the water continuously supply.

Respect to BERF variable even values inferior to HF were found and values correspondent to the IMWCa interaction, followed by IAWCa with 2.8 and 2.4 fruits, respectively. If Ca was in high levels in tissue, PT could happen in plants and fruits with apparently adequate Ca supply in tissue, because Ca level is not effective for producing PT occurrence and evidences are not conclusive about Ca role when PT is induced by several environmental stresses (Saure, 2001).

In that sense, some researchers detach that Ca movement through xylem is proportional to water taken

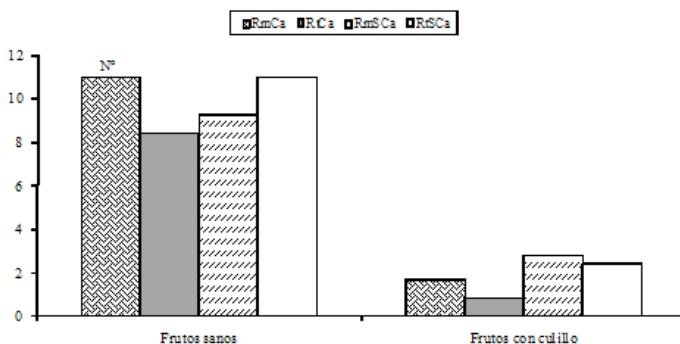


Figura 2. Efecto de la interacción momento de riego y aplicación de CaNO_2 , evaluados a los 40 y 60 ddat, sobre el número de frutos sanos y frutos con culillo en plantas de tomate cv. Río Grande.

Figure 2. Effect of irrigation time and CaNO_2 interaction evaluated at 40 and 60 DATA, on HF and BERF in tomato plants cv. Rio Grande.

demostrar que en la zona, las recomendaciones a los productores no deben estar orientadas tanto a la fertilización con Ca, sino más bien a la suplencia continua de agua.

Con relación a la variable *ftp* aunque presentó valores menores a los *fs*, los mayores valores correspondieron a la interacción *RmSCa*, seguido del *RtSCa* con 2,8 y 2,4 frutos, respectivamente. Si bien el Ca se encontraba en niveles altos en el tejido, se ha señalado que la *PT* puede ocurrir en plantas y frutos con aparentemente adecuada suplencia de Ca en el tejido, por lo que el nivel de Ca no es efectivo para predecir la ocurrencia de *PT* y no son conclusivas las evidencias del papel del Ca cuando la *PT* es inducida por varios estreses ambientales (Saure, 2001).

En tal sentido, algunos investigadores señalan que, como el movimiento de Ca por el xilema es proporcional a la toma de agua (Ho *et al.*, 1995; White, 2001), factores ambientales que reduzcan dicha toma, tales como temperaturas extremas en la raíz, sequía y estrés osmótico, también reducen el flujo de Ca a los brotes y por eso promueven la *PT* (Guichard *et al.*, 2001 citado por Ho y White, 2005).

El cuadro 5 muestra el efecto de la interacción riego y aporte de calcio en las variables peso fresco y peso seco de la hoja. No se encontró diferencias significativas en ninguna de las variables ni en las fechas de evaluación. No obstante, con relación al *pf*, a los 40 ddat el mayor promedio (33,16 g) se registró en el tratamiento *RtCa*

(Ho *et al.*, 1995; White, 2001), environmental factors that reduces it, such as extreme temperatures in root, drought and osmotic stress, also reduces Ca flux to buds and so, promotes *PT* (Guichard *et al.*, 2001 cited by Ho and White, 2005).

Table 5 shows the effect of irrigation and calcium contribution interaction on the fresh weight and dry weight of leave variables. Significant differences were not found on any of variables nor evaluation dates. However, in relation to *FW*, at 40 DATA the high average (33.16 g) was registered in *IACa* treatment followed by *IMCa* with 30.72 g and the lower values were observed in *IMWCa* and *IAWCa* treatments with 18.52 and 26.28 g, respectively. At 60 DATA, the higher value corresponded to *IMCa* with 26.34 g and the lower to *IAWCa* with 17.82 g.

Respect to *DW* at 40 DATA, even when significant differences were not found, the higher values were observed in *IMCa* and *IACa* treatments with 7.62 and 7.44, respectively, whereas *IMWCa* and *IAWCa* treatments were in 6.18 and 6.28, respectively; on the other hand, at 60 DATA the higher value was *IMWCa* (8.94) and the lower one *IAWCa* (4.92). In the same way, other researchers, in cucumber studies, have reported that the higher levels in the nutritive solution had not effect on dry matter of leave but increased the Ca concentration (%) in foliar blade (Adams y Hand, 1993).

Cuadro 5. Efecto del momento de riego y la aplicación de CaNO_2 sobre el peso fresco y el peso seco de la hoja en plantas de tomate cv Río Grande, evaluados a los 40 y 60 días después de aplicado el tratamiento.

Table 5. Effect of irrigation time and CaNO_2 application on fresh weight and dry weight of leaves in tomato plants cv Río Grande, evaluated at 40 and 60 days after treatment applied.

Tratamiento	Peso de fresco		Peso seco	
	40 ddat	60 ddat	40 ddat	60 ddat
RmCa	30,72 ^{a1}	26,34 ^a	7,62 ^a	8,94 ^a
RtCa	33,16 ^a	17,82 ^a	7,44 ^a	7,46 ^a
RmSCa	18,52 ^a	22,06 ^a	6,18 ^a	7,92 ^a
RtSCa	26,28 ^a	18,48 ^a	6,28 ^a	4,92 ^a

Promedio de 5 repeticiones.

¹Valores entre columnas seguido por letras diferentes, son estadísticamente diferentes ($P < 0,05$) de acuerdo a la prueba de separación de medias de Tukey.

seguido por el RmCa con 30,72 g y los menores valores en los tratamientos RmSCa y RtSCa con 18,52 y 26,28 g, respectivamente. A los 60 ddat, el mayor valor correspondió al RmCa con 26,34 g y el menor valor al RtCa con 17,82 g.

Con relación a la variable ps 40 a los ddat, aun cuando no se encontraron diferencias significativas, los mayores valores se observaron en los tratamientos RmCa y RtCa con 7,62 y 7,44, respectivamente mientras que los tratamientos RmSCa y RtSCa estuvieron en 6,18 y 6,28, respectivamente; por su parte a los 60 ddat el mayor valor fue el del RmCa (8,94) y el menor valor el del RtSCa (4,92). De igual manera otros investigadores, en estudios en pepino, han reportado que los más altos niveles en la solución nutritiva no tuvieron efecto sobre la

Conclusions

IAWCa treatment promoted a higher plant height; in the same way, the Ca application promoted the PBN development at 40 DATA.

The variables FCN, FN and DW of leave, were not affected in a significant way by the treatments.

A direct influence between the PT of fruits and Ca levels was not observed, so, it is concludes that in the area, do not depends exclusively on Ca.

End of english version

materia seca de la hoja pero si incrementaron la concentración de Ca (%) en la lámina foliar (Adams y Hand, 1993).

Conclusiones

El tratamiento RtCa promovió una mayor altura de la planta; de la misma manera se encontró que la aplicación de Ca, promovió el desarrollo de rp a los 40 ddat.

Las variables rf, nf pf y el ps de la hoja, no fueron afectadas, significativamente por los tratamientos.

No se observó una influencia directa entre la PT de los frutos y los niveles de Ca, por lo que se concluye que en la zona la ocurrencia de ésta, no depende exclusivamente de Ca.

Literatura citada

- Adams, P. y D.J. Hand. 1993. Effects of humidity and Ca level on dry-matter and Ca accumulation by leaves of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *J. Hort. Sci.* 68 (5):767-774.
- Beg D., C. Aguilar., D. Martínez., G. Piñero., M. A. Sánchez., L. Arias., F. Blanco. 1984. Diagnóstico agroecológico de la región centro-occidental. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Yaracuy, Serie C N° 17-01. 44p.
- Bennett, W. 1993. Plant Nutrient Utilization and Diagnostic Plant Symptoms. En: Nutrients Deficiencies toxicities in crop plant. 199 p.
- Ewel, J., A. Madriz y J. Tosi. 1976. Zonas de vida de Venezuela. MAC-FONAIAP, Caracas. 270 p.
- Ho, L. C. 1999. The physiological basis for improving tomato fruit quality. *Acta Hort* 487: 33-40.
- Ho, L. C., P. Adams, X. Z. Li, H. Shen, J. Andrews y Z. H. Xu. 1995. Responses of Ca-efficient and Ca-inefficient tomato cultivars to salinity in plant growth, calcium accumulation and blossom-end rot. *Journal of Horticultural Science* 70:909-918.
- Ho, L. C. y P. J. White. 2005. A Cellular Hypothesis for the Induction of Blossom-End Rot in Tomato Fruit. *Annals of Botany* 95: 571-581. disponible en: www.aob.oupjournals.org (14 de junio de 2007).
- Jones, B., B. Wolf y H. Mills. 1991. Plant analysis handbook, Micro-Macro Publishing, Inc. EEUU. 213 p.
- Kinet, J. M. M. M. Peet. 1997. Tomato. En: Wien HC, ed. The physiology of vegetable crops. Wallingford, UK: CAB International, 207-258.
- Li, Y. L., C. Stanghellini y H. Challa. 2001. Effect of electrical conductivity and transpiration on production of greenhouse tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *Scientia Horticulturae* 88: 11-29.
- Mulholland, B. J., M. Fussell, R. N. Edmondson, J. Basham y J. M. T. Mckee. 2001. Effect of vpd, K nutrition and rot-zone temperature on leaf area development, accumulation of Ca and K and yield in tomato. *J. Hort. Sci. & Biotechnol.* 76 (5):641-647.
- Nonami, H.T., T. Fukuyama, M. Yamamoto, L. Lang, Y. Hashimoto, T. Ito, F. Tognoni, T. Namiki, A. Nukaya y T. Maruo. 1995. Blossom-end rot of tomato plants may not be directly caused by calcium deficiency. *Acta Horticulturae*, 396:107-114.
- Rezende Paulo Cezar Rezende Fontes. 2003. Podridão apical do tomate, queima dos bordos das folhas de alface e depressão amarga dos frutos em maçã: deficiência de Ca? *Hortic. Bras.* 21(2):145.
- Rodríguez, D. S., A. L. Pontes, K. Minami y C. T. dos Santos D. 2002. Quantidade absorvida e concentrações de micronutrientes em tomateiro sob cultivo protegido. *Sci. Agric.* 59 (1):137-144.