

Efecto de la dosis y forma de colocación del potasio sobre la concentración foliar de macroelementos en el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

C. Ruiz¹, A. Sanchez¹ y D. Tua¹

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas – Estación Experimental Falcón. Avenida Roosevelt Zona Institucional – Coro.

Resumen

Se estudió el efecto de tres niveles de potasio; 0, 220 y 330 kg.ha⁻¹, colocados en tres formas diferentes (central, lateral y en el fondo del surco) sobre la concentración foliar de N, P, K, Ca y Mg medidos por espectrofotometría de absorción atómica utilizando un equipo Perkin-Elmer. Modelo 2280 y la concentración foliar de P, se analizó por fotometría utilizando el reactivo Banatomolibdato de amonio, durante la floración, cuajado y fructificación en la planta de tomate cv. Río Grande, del sector Guarabal, Municipio Federación del Estado Falcón, en un suelo clasificado como Haplocambids. Se usó un diseño en bloques al azar con 7 tratamientos y 6 repeticiones. El N se encontró entre los rangos de 5,38% y 5,88% en los tratamientos de 330 kg.ha⁻¹-fondo del surco y de 330 kg.ha⁻¹-lateral, respectivamente. Se determinó mayor concentración de K durante la fase de floración. El P varió, entre 0,29%, 0,14%, 0,23% durante la floración, cuajado y fructificación respectivamente. Los tratamientos que más acumularon K fueron el de 330 kg.ha⁻¹-central y de 330 kg.ha⁻¹-fondo del surco; las concentraciones del Ca variaron entre 3,61% y 4,63% en los tratamientos 330 kg.ha⁻¹-lateral y el 220 kg.ha⁻¹-fondo del surco respectivamente. Con respecto al Mg las concentraciones variaron entre 0,83% y 1,06% para los tratamientos de 330 kg.ha⁻¹-lateral y el testigo respectivamente. La concentración de N, durante el cuajado, varió entre 3,30% y 3,78% en los tratamientos testigo y 220 kg.ha⁻¹-lateral. El P varió entre los rangos de 0,13% y 0,16% en los tratamientos de 220 kg.ha⁻¹-fondo del surco y de 330 kg.ha⁻¹-lateral. El K se encontró entre 2,11% y 2,40% en los tratamientos 220 y 330 kg.ha⁻¹-fondo del surco, respectivamente; durante la fructificación, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para las concentraciones de N, P, K, Ca y Mg. **Palabras clave:** tomate, floración, cuajado, fructificación, potasio, macroelementos.

Introducción

El cultivo del tomate en la actualidad exige el dominio y/o manejo de un alto nivel tecnológico, así como el conocimiento de aspectos inherentes al crecimiento y desarrollo de la planta, especialmente durante la formación de frutos. Esta fase es dependiente en alto grado de la aplicación adecuada de macro y micronutrientes, la cual debe basarse en una estimación de los requerimientos, considerando la relación entre la absorción de nutrientes por el cultivo, el análisis de suelo y el análisis de tejido (1). Además en el conocimiento del comportamiento ecofisiológico que fundamenta el manejo agronómico, la medición de biomasa acumulada en la planta (7) y la eficiencia de rendimiento y producción en la conversión de nutrientes (8, 11, 19).

La fertilización usada actualmente en el tomate, no obedece a un programa establecido, que esté de acuerdo con las distintas fases fenológicas del desarrollo de la planta, lo que hace que la práctica sea ineficiente.

El potasio es un catión monovalente, cuya absorción es altamente selectiva y estrechamente acoplada a la actividad metabólica; está caracterizado por una gran movilidad en la planta a todos los niveles dentro de células individuales, dentro de tejidos y en el transporte a grandes distancia vía xilema y floema, estas funciones están ligadas a los procesos de activación enzimática, síntesis de proteínas, fotosíntesis, osmoregulación, extensión celular, movimientos de ór-

ganos, transporte en el floema, balance catión-anión (16).

El fruto del tomate es el más fuerte depósito de K; acumulando cerca del 60% del K^+ absorbido (23). El K^+ constituye cerca del 90% de cationes, presentes en el fruto del tomate y el pericarpio acumula más de K que el tejido locular, por ejemplo, 60% y 40% del total en el fruto respectivamente (2).

La eficiencia en la absorción de K ha demostrado ser más alta en plántulas jóvenes, y la habilidad para concentrar K en la corriente xilemática ha sido correlacionada con la tasa de crecimiento del tallo; así mismo, la máxima tasa de acumulación de K en la planta, parece depender de la alta tasa de transporte en la corriente transpiratoria (24).

Muchos trabajos han verificado el efecto del K en combinación con otros cationes como el calcio y el magnesio, así tenemos que la relación K/Ca y $K+Mg/Ca$ está asociada a la ocurrencia de algunos desordenes en la maduración del tomate, los cuales disminuyen cuando se incrementan las relaciones K/Ca y $Ca+Mg/Ca$ en hojas y frutos (22).

La eficiencia en el uso de los fertilizantes ha sido bien documentada (4,12, 15, 26) así mismo, la eficiencia, también ha sido estrechamente correlacionada con las distintas formas de colocación; para el caso del tomate, se ha encontrado que la respuesta promedio a la forma de colocación central es de $43,45 \text{ Tm.ha}^{-1}$ con una eficiencia de 296 kg por kg de fertilizante

fosforado aplicado, mientras que para el fertilizante potásico la respuesta promedio fue de 36,46 Tm.ha⁻¹ de la forma de colocación lateral con una eficiencia de 233 kg (18, 19).

Teniendo estas premisas como marco, el objetivo de la investigación

fue evaluar el efecto de tres niveles de potasio y su forma de colocación, sobre la concentración foliar de N, P, K, Ca, Mg, durante la floración, cuajado y fructificación del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.).

Materiales y métodos

El experimento se llevó a cabo en la finca Santa Bárbara, situada en el Sector Guarabal, Parroquia Independencia, a 13 km al oeste de Churuguara, Capital del Municipio Federación del Estado Falcón, a 10° 47' de latitud Norte, 69° 32' de longitud Oeste y altitud de 685 msnm.

Según la clasificación de Zonas de Vida de Venezuela de Ewel *et al.* (9), esta área se encuentra ubicada dentro del Bosque muy Seco Tropical. La precipitación promedio anual varía entre 550 y 1100 mm y la temperatura promedio anual es de 28°C, cuya máxima absoluta es de 32°C y la mínima absoluta de 18°C. La evapotranspiración sobrepasa los 2000 mm.año⁻¹ (5).

Como material vegetal se utilizó el híbrido Río Grande, el cual fue sembrado en semilleros y transplantado a los 35 días, a una distancia de 1,20 m entre surco y 0,30 m entre plantas, para una densidad de 27.000 plantas.ha⁻¹. Se aplicaron 150 kg.ha⁻¹ de nitrato de amonio, fraccionada en tres partes; 80 kg.ha⁻¹ de P (fosfopoder), al momento del transplante y el potasio en las dosis indicadas (tratamientos). Se utilizó riego por surcos, aplicándose en la mañana con una frecuencia diaria

durante los primeros 8 días después del transplante y, posteriormente cada tres días.

Se usó como fuente de potasio (K) el cloruro de potasio (KCl), siendo los tratamientos:

Numero	Dosis (kg.ha ⁻¹)	Colocacion
1	220	Central
2	220	Lateral
3	220	Fondo Del Surco
4	330	Central
5	330	Lateral
6	330	Fondo Del Surco
7	0	Testigo

El fertilizante se colocó de forma manual, para lo cual fue necesario abrir sobre el camellón una banda de 10 cm de ancho por 15 cm de profundidad (en ambos extremos se colocaron estacas), luego se aplicó el fertilizante y se conformó nuevamente el camellón. Posteriormente se realizó el transplante, tomando como guía las estacas que indicaban donde estaba colocado el fertilizante. De similar forma se procedió a colocar el potasio de forma lateral o a un lado de la planta. Mientras que para la otra posición, se colocó el 70% de la dosis de KCl en

el momento del trasplante en el fondo del surco, aplicando el resto en el agua de riego.

Para los muestreos foliares se seleccionaron 15 hojas que estuvieran por debajo y opuestas al racimo floral más apical. El primer muestreo se llevó a cabo entre los 58 y 70 días después del trasplante (DDT) el cual coincidió con la floración; el segundo entre 70 y 82 DDT (cuajado) y el tercero entre 80 y 120 DDT (fructificación).

Las muestras fueron secadas en estufa a 75°C por 72 horas. Luego fueron molidas y pasadas por un tamiz n° 20; se tomó una submuestra de 1 g. La cual se llevó a estufa, se incineró a 500°C por 5 horas. La ceniza ob-

tenida se le agregó ácido nítrico al 20% por 24 horas; luego, en un balón de 50 ml se obtuvieron las diluciones correspondientes para medir N, K, Ca y Mg por espectrofotometría de absorción atómica utilizando un equipo Perkin-Elmer, Modelo 2280 y la concentración foliar de P, se analizó por fotometría utilizando el reactivo Banato-molibdato de amonio.

Se usó un diseño en bloques al azar con siete (7) tratamientos y seis (6) repeticiones, dando un total de 42 unidades experimentales, formadas cada una por cuatro (4) surcos de 4 m de largo, separados 1,20 m entre sí, para una superficie de 14,40 m².parcela⁻¹ y un área total efectiva de 604,80 m².

Resultados y discusión

A. Absorción de macroelementos durante las fases de floración, cuajado y fructificación.

En el cuadro 1 se muestra las medias obtenidas de los macroelementos N, P, K, Ca y Mg en los principales eventos fenológicos, se observó diferencias significativas ($P < 0,05$) en los resultados con relación a las tres fases de desarrollo reproductivo del cultivo.

La concentración del nitrógeno se encontró en 5,60% en la fase de floración, lo cual se considera apropiado según Bennett (6) quien reportó concentraciones adecuadas entre 4 y 6%, mientras que a 3% se verificó como niveles deficientes en plantas juveniles. Por el contrario este porcentaje fue alto si se considera que Jones *et al.* (14), reportaron que una acumulación ma-

yor a 3,5% de este elemento fue alta. La concentración de N disminuyó durante el cuajado y luego aumentó en la fructificación, lo cual coincide con lo reportado por Jones *et al.* (14).

En el caso particular del fósforo para el momento de floración se observó una mayor concentración de este elemento con 0,30%, luego se redujo durante el cuajado a 0,15%, para finalmente incrementarse durante la fructificación a 0,24% estos valores serían bajos al compararlos con lo reportado por Jones *et al.* (14). De igual manera, Bennett (6) reportó que concentraciones por debajo de 0,4% fueron deficientes en plantas jóvenes, 0,98% fue un nivel adecuado a los 28 días después del trasplante, al igual que 0,78% a los 56 días después del trasplante.

Cuadro 1. Concentración de macroelementos N, P, K, Ca y Mg en el tejido foliar de tomate cv. Río Grande, tratados con cloruro de potasio y evaluados en floración, cuajado y fructificación.

Fase del cultivo	Macroelementos (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
Floración	5,60a ¹	0,30a	2,41a	4,16b	0,98b
Cuajado	3,53c	0,15c	2,23b	2,39c	0,70b
Fructificación	4,13b	0,24b	1,22c	5,12a	1,04a
P<0,05	*	*	*	*	*
C.V. (%)	16,02	44,77	18,58	23,24	14,09

Promedio de 3 evaluaciones.

¹Valores entre columnas seguido por letras diferentes, son estadísticamente diferentes (P<0,05) de acuerdo a la prueba de Rango Múltiple de Duncan.

El porcentaje de potasio fue disminuyendo durante las fases de floración, cuajado y fructificación con promedios de 2,41; 2,23 y 1,22, respectivamente, los cuales se consideraron bajos al compararlos con los de Jones *et al.* (14) y Wilcox (25) al encontrar la mayor concentración de K en el tejido foliar a los 45 días de emergencia con 4,45%; mientras que, la más baja a los 91 días, con 2,57%, coincidiendo con la fructificación. Sin embargo, el potasio constituye por lo menos el 90% de los cationes presentes en el fruto (2) lo que pudiera explicar este comportamiento ya que el fruto es el "sumidero" por excelencia de este elemento razón por lo cual se apreció esta disminución en las hojas, puesto que se requiere en exceso para lograr una buena maduración y firmeza de frutos (17)

El calcio alcanzó la mayor concentración durante la fructificación, disminuyendo en floración y finalmente el nivel más bajo durante el cuajado; este elemento esta ligado a la cons-

titución de la pared celular lo que significa un papel importante en la consistencia de los frutos (18) asimismo, está involucrado en el proceso de maduración y ablandamiento de frutos (8). Según Jones *et al.* (14), durante la floración la concentración de Ca fue alta, mientras que en cuajado y fructificación fue normal, con valores de 1,5% y 2,5%, respectivamente.

La absorción de Ca puede ser particularmente reducida por altas concentraciones de potasio, y en este ensayo el K se encontró en niveles bajos. De la misma manera Greenwood y Stone (13) señalaron un incremento en la absorción del Ca como consecuencia de la restricción en la toma de K. El movimiento del Ca en la planta es a través de la corriente transpiratoria, el riego se aplicó en la mañana y en esta zona la evapotranspiración es muy elevada lo que en parte pudiera explicar la elevada concentración de este elemento y la menor absorción de K.

El magnesio alcanzó valores de 0,98%, 0,70% y 1,04%, en floración, cuajado y fructificación, respectivamente. Por su parte Jones *et al.* (14) encontraron los niveles más altos en floración > 8,0%, cuajado > 1,0% y fructificación > 0,9%, mientras que Wilcox (25) encontró el mayor valor, en hojas, a los 77 días después de la emergencia con 1,15%. El potasio está directamente relacionado con la absorción de algunos macronutrientes y su aplicación en grandes cantidades puede crear desbalances nutricionales producto de la fijación y/o desplazamiento de los cationes (1).

B. Absorción de macroelementos en relación a los tratamientos.

La concentración N, P, K, Ca y Mg durante la floración, se puede observar en el cuadro 2; se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos para las concentraciones de N, Ca y Mg. Con relación al nitrógeno, este se encontró entre los rangos de 5,38% y 5,88% en los tratamientos de 330 kg.ha⁻¹-fondo del surco y de 330 kg.ha⁻¹-lateral, respectivamente siendo estos valores altos al compararlos con los reportados por Wilcox (25) quien señaló concentraciones menores a 2,5% como deficientes y mayores a 3,5% como un nivel adecuado.

La concentración de fósforo varió entre 0,27% y 0,33%, lo cual significó valores normales según Jones *et al.* (14) reportaron como valores normales entre 0,25 y 1,0%, mientras que Wilcox (25), registró concentraciones menores a 0,12% como deficientes y mayores a 0,2% como adecuados.

El potasio se encontró en los rangos 2,22% y 2,52%, estando estos promedios en condiciones de insuficiencia o por debajo de los valores normales (14). Las concentraciones normales se han encontrado entre 4,00 y 8,00% según Jones *et al.* (15). Sin embargo Wilcox (25), encontró que las concentraciones menores a 2,3% fueron niveles deficientes y 3,5% fueron niveles adecuados. También se han citado como niveles adecuados entre 56 y 70 días después del trasplante los valores de 3,93% y 3,85%, respectivamente (6). Los tratamientos que más acumularon potasio fueron el de 330 kg.ha⁻¹-central y de 330 kg.ha⁻¹-fondo del surco, el testigo acumuló la menor cantidad de K (2,22%).

Mulholland *et al.* (17), estudiando el efecto individual e interactivo de la temperatura en la zona radical, la nutrición con potasio y el déficit de presión de vapor sobre la acumulación de Ca y K en tomate, encontraron que la acumulación de K fue sustancialmente reducida en todas las hojas y frutos en la porción más baja de los brotes de las plantas que crecieron a la mayor humedad. Se conoce que la regulación del potencial osmótico y el turgor celular es la función primaria del K en la planta y también que altos niveles de K en la célula están asociados a alto turgor Mengel y Kirkby, 1980 citado por Mulholland *et al.* (17). En tal sentido Mulholland *et al.*, (17) proponen que bajo alta humedad la inhibición de toma de K desde la raíz puede estar ocurriendo, debido al constante y alto turgor en la hoja, causando de este modo la menor acumulación en el brote.

Las concentraciones de calcio

Cuadro 2. Efecto de la dosis de cloruro de potasio y la forma de colocación en el suelo sobre la concentración de macroelementos N, P, K, Ca y Mg en el tejido foliar de tomate cv. Río Grande, evaluados en floración.

Forma de colocación	KCl (kg.ha ⁻¹)	Macroelementos (%)				
		N	P	K	Ca	Mg
Testigo	0	5,55 ^{b1}	0,31 ^a	2,22 ^a	4,39 ^{ab}	1,07 ^a
Central	220	5,63 ^{ab}	0,27 ^a	2,32 ^a	4,20 ^{ab}	0,98 ^a
	330	5,70 ^{ab}	0,33 ^a	2,52 ^a	3,92 ^{ab}	1,00 ^a
Lateral	220	5,53 ^b	0,29 ^a	2,34 ^a	4,01 ^{ab}	0,95 ^{ab}
	330	5,88 ^a	0,29 ^a	2,28 ^a	3,61 ^b	0,83 ^b
Fondo surco	220	5,55 ^b	0,29 ^a	2,45 ^a	4,64 ^a	1,00 ^a
	330	5,38 ^b	0,32 ^a	2,46 ^a	4,36 ^{ab}	1,00 ^a
P<0,05		*	n.s.	n.s.	*	*
C.V. (%)		4,53	16,31	16,98	18,13	11,57

Promedio de 3 evaluaciones.

¹Valores entre columnas seguido por letras diferentes, son estadísticamente diferentes (P<0,05) de acuerdo a la prueba de Rango Múltiple de Duncan.

variaron entre 3,61% y 4,64% en los tratamientos de 330 kg.ha⁻¹-lateral y de 220 kg.ha⁻¹-fondo del surco respectivamente, lo cual es un nivel alto al compararse con lo reportado por Jones *et al.* (14) quien señala como niveles normales entre 1,50 y 2,50%. Aunque de manera contraria Wilcox (25) reportó como niveles adecuados aquellos mayores a 3,0% y niveles deficientes los menores a 1,0%.

Con respecto al magnesio las concentraciones variaron entre 0,83% y 1,07% para los tratamientos de 330 kg.ha⁻¹-lateral y el testigo respectivamente. Jones *et al.* (14) reportó que los niveles normales se encontraron entre 0,32 y 0,8%; encontrándose entre los niveles normales si se considera que Wilcox (25) encontró el nivel

más alto a los 77 días después de la emergencia con 1,15% y reportó el nivel mayor a 0,42% como adecuado.

La concentración de N, P, K, Ca y Mg, durante el cuajado se muestra en el cuadro 3; se encontró diferencias significativas entre los tratamientos para la concentración de P. Para el caso del nitrógeno, la concentración varió entre 3,30% y 3,78% en los tratamientos testigo y de 220 kg.ha⁻¹-lateral, respectivamente.

Según Jones *et al.* (14), los valores normales para esta fase se encontró entre 2,0% y 3,96%, mientras Bennett (6), registró valores por encima del 4,70% como niveles adecuados.

El fósforo varió entre los rangos de 0,13% y 0,17% en los tratamientos de 220 kg.ha⁻¹-fondo del surco y de 330

Cuadro 3. Efecto de la dosis de cloruro de potasio y la forma de colocación en el suelo sobre la concentración de macroelementos N, P, K, Ca y Mg en el tejido foliar de tomate cv. Río Grande, evaluados durante el cuajado de frutos.

Forma de colocación	KCl (kg.ha ⁻¹)	Macroelementos (%)				
		N	P	K	Ca	Mg
Testigo	0	3,30 ^{a1}	0,14 ^{ab}	2,19 ^a	1,89 ^a	0,70 ^a
Central	220	3,32 ^a	0,14 ^{ab}	2,14 ^a	2,34 ^a	0,69 ^a
	330	3,60 ^a	0,15 ^{ab}	2,27 ^a	2,38 ^a	0,71 ^a
Lateral	220	3,78 ^a	0,14 ^{ab}	2,31 ^a	2,91 ^a	0,71 ^a
	330	3,50 ^a	0,17 ^a	2,18 ^a	1,93 ^a	0,69 ^a
Fdo surco	220	3,38 ^a	0,13 ^b	2,12 ^a	2,29 ^a	0,71 ^a
	330	3,72 ^a	0,16 ^a	2,40 ^a	2,28 ^a	0,70 ^a
P<0,05		n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.
C.V. (%)		4,53	16,72	14,20	45,15	15,45

Promedio de 3 evaluaciones.

¹Valores entre columnas seguido por letras diferentes, son estadísticamente diferentes (P<0,05) de acuerdo a la prueba de Rango Múltiple de Duncan.

kg.ha⁻¹-lateral, respectivamente. Wilcox (25) encontró que el fósforo disminuyó a partir de los 21 días después de la emergencia, hasta el final del ciclo de la planta, reportando promedios de 0,20% hasta 0,54%, por lo que se pudiera decir que en este ensayo los niveles fueron bajos. El potasio se encontró entre 2,12% y 2,40% en los tratamientos de 220 kg.ha⁻¹-fondo del surco y de 330 kg.ha⁻¹-fondo del surco, respectivamente. Los niveles bajos de K aun con aplicaciones altas han sido asociados a una competencia específica de cationes o antagonismo catiónico (16).

La concentración de calcio varió entre 1,89% y 2,91% en los tratamientos testigo y 220 kg.ha⁻¹-lateral, respectivamente. De manera similar Jones *et al.* (14) reportaron que los

valores normales se hallaban entre los rangos 1,50% y 2,50%, contrariamente a esto Wilcox (25) ubicó el rango entre 3,06% y 4,31% y fijó el nivel mayor a 3,0% como el adecuado. Es de hacer notar que las concentraciones de Ca fueron menores en la época de floración y fructificación. El contenido de magnesio varió entre 0,68% y 0,70% en los tratamientos de 220 kg.ha⁻¹-central y de 220 kg.ha⁻¹-lateral, respectivamente. Estas concentraciones disminuyeron durante la floración. Jones *et al.* (14) encontró los valores normales entre 0,33% y 0,90%, promedios que coinciden a los encontrados en este experimento.

Durante la fructificación (datos no mostrados), el potasio se encontró en niveles bajos, lo que era de espe-

rarse puesto que el análisis se realizó en la hoja y para este momento el fruto es el mayor sumidero, tal como lo señala Mulholland *et al.* (17), El fósforo se encontró en niveles normales y el Ca alto. El magnesio registró una disminución durante el cuajado y luego mostró un incremento en la fructi-

ficación. Rezende *et al.* (20) encontraron que la concentración de P, S y Mg en el fruto no son afectadas por la dosis de potasio, mientras que el nitrato, el potasio y las relaciones K/Ca y K/Mg, aumentaron cuando se incrementan las dosis de potasio.

Conclusiones

De manera general todos los elementos disminuyeron durante la fase de cuajado, siendo esta disminución en el orden siguiente: Ca > N > Mg > K > P aumentando durante la fase de fructificación pero por debajo de la concentración inicial (floración), a excepción del Ca donde se registró un promedio superior al inicial y el K que continuó disminuyendo. El potasio se encontró en niveles bajos, lo cual pudiera estar asociado a que este es el elemento de mayor demanda duran-

te la fructificación y a que el Ca se encontraba en niveles altos restringiendo la absorción de K.

Por otro lado, la forma de colocación no influenció la toma de K por la planta en ninguna de las fases evaluadas. No obstante, en la posición fondo del surco, en todos los casos fue ligeramente mayor, por lo que sería conveniente continuar las investigaciones con diferentes dosis, relacionándolas con el contenido de humedad del suelo.

Literatura citada

1. Adams, P. 1986. Mineral nutrition. In: Atherthon, J. G. and Rudich (Eds). The tomato crop. Chapman and Hall. 909 p.
2. Adams, P. y L.C. Ho. 1995. Uptake and distribution of nutrient in relation to tomato fruits. *Acta Hort.* 412:374-385.
3. Anac, D., N. Eryuge y R. Kiling. 1994. Effect of N, P, K fertilizer levels on yield and quality properties of processing tomatoes in Turkey. *Acta Hort.* 376:243-250.
4. Bar-Yosef, B. y B. Sagiv. 1981. Response of tomatoes to N and water applied via a trickle irrigation systems y nitrogen. *Agron. J.* 74:633-637.
5. Beg D., C. Agular, D. Martínez, G. Piñero, M.A. Sánchez, L. Arias y F. Blanco. 1984. Diagnóstico agroecológico de la región centro-occidental. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Yaracuy, Serie C N° 17-01. 44 p
6. Bennett, W. 1993. Plant Nutrient Utilization and Diagnostic Plant Symptons. En: Nutrients Deficiencies & toxicities in crop plant. Balogh International, Inc. 199 p.
7. Chirinos D., F. Geraud, J. Vergara, M. Harris y D. Chirinos. 1993. Desarrollo de la planta de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Río Grande en la zona del Río Limón Estado Zulia. Venezuela. I.

- Altura de planta, peso fresco, peso seco, número de ramificaciones, hojas, flores y frutos. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 10:311-324.
8. Chirinos D., F. Geraud, J. Vergara, M. Harris y D. Chirinos. 1996. Desarrollo de la planta de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Río Grande en la zona del Río Limón Estado Zulia, Venezuela. III. Arquitectura de la planta. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 13: 24-34.
 9. Ewel, J., A. Madriz y J. Tosi. 1976. Zonas de vida de Venezuela. 2^{da} edición. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. MAC - FONAIAP, Caracas. 270 p.
 10. Ferguson, I. y B.K. Drobak. 1988. Calcium and the regulation of plant growth and senescence. HortScience 23(2):262-266.
 11. Geraud, F., D. Chirinos, M. Harris y D. Chirinos. 1995. Desarrollo de la planta de tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill. cv Río Grande, en la zona del río Limón del estado Zulia, Venezuela. II. Índice de crecimiento relativo, razón de peso foliar y gamma. Rev. Fac. Agro. (LUZ) 12: 15-23.
 12. Guillard, K., G. Griffin, D. Allinson, M. Rafley, W. Yamartino y S. Pietrzyk. 1995. Nitrogen utilization of selected cropping systems in the us. Northeas: 1. Dry watter yield, N Uptake, apparent N recovery and N use efficiency. Agron. J. 87:193-199.
 13. Greenwood, D.J. y D.A. Stone. 1988. prediction and measurement of the decline in the critical-K, the maximum-K and total plant cation concentrations during the growth of field vegetables crop. Annals of Botany 82:871-881.
 14. Jones, B., B. Wolfy H. Mills. 1991. Plant analysis handbook, Micro-Macro Publishing, Inc. EEUU. 213 p.
 15. Locascio, S.J., G.F. Warren y G.E. Wilcox. 1960. The effect of phosphorus placement on uptake of phosphorus and growth of direct seeded tomatoes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 76:503-514.
 16. Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of Higher Plants Academic Press. Second Edition. 196 p.
 17. Mulholland, B.J., M. Fussell, R.N. Edmondson, J. Basham y J.M. T. Mckee. 2001. Effect of vdp, K nutrition and rot-zone temperature on leaf area development, accumulation of Ca and K and yield in tomato. Journal of Horticultural Science & Biotechnology 76(5):641-647.
 18. Ramírez, R., D. Morales y E. Alvarez. 1992. Uso eficiente del fósforo y potasio por el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) Agr. Trop. 41: 43-53.
 19. Ramírez, R. 1992. Aplicación eficiente de los fertilizantes y posibilidades de uso de fertilizantes no tradicionales en el país. en: Situación actual y perspectivas de los fertilizantes en Venezuela. Taller de fertilizantes 21p.
 20. Rezende F., P.C., R.A. Sampaio y F.L. Finger. 2000. Fruit size, mineral composition and quality of trickle-irrigated tomatoes as affected by potassium rates. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 35(1):57-65.
 21. Rigney, C.J. y R.B.M. Wills. 1981. Calcium movement a regulating factor in the nutrition of tomato fruit ripening. HortScience 16:550-551.
 22. Vanlune, P. y B.J. Van Goor. 1977. Ripening disorders of tomatoes as affected by the K/Ca ratio in the culture solution. J. Hort. Sci. 52:173-180.
 23. Voogt, W. 1993. Nutrient uptake of year round tomatoes. Acta Hort. 339:99-122.
 24. Widder, I.E. y O.A. Lorenz. 1982. Potassium nutrition during tomato plant development. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107:960-964.

25. Wilcox, G. 1993. Tomato. p. 137-142.
In: W. Bennett (Ed.). Nutrient deficiencies and toxicities in crop plants. APS Press St Paul Minnesota.
26. Wuest, S.B. y K.G. Cassman. 1992. Fertilizer-nitrogen use efficiency of irrigate What: II. Partitioning efficiency of preplant versus late-season application. Agrn. J. 84:689-694.