

Dinámica de acumulación de materia seca en la planta de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller), cv. Río Grande, en la zona noroccidental del estado Zulia, Venezuela¹

Dry matter accumulation dynamics in tomato (*Lycopersicon esculentum* Miller), cv. Río Grande, in the norwestern area, state of Zulia, Venezuela

D. Chirinos-Torres², L. Chirinos-Torres², M. Marín³, Z. Román-Urbina⁴, J. Vielma-Baptista² y C. Castro,⁴

Resumen

Se estudió la dinámica de acumulación de materia seca (MS) en plantas de tomate cv. Río Grande en la zona noroccidental del estado Zulia, Venezuela, durante el período diciembre 1992-abril 1993. Se realizaron siete muestreos en total tomando seis plantas/muestreo, en intervalos de 15 días, discriminando MS por órgano sin incluir raíces. Todos los órganos siguieron una curva de crecimiento sigmoideal, excepto inflorescencias, folíolos y raquis de hojas del tallo. La máxima acumulación de MS ocurrió a los 120 días (478,57 g), al igual que en el tallo (16,87 g), ramas (84,86 g) y frutos (300,96 g). Los porcentajes de MS declinaron hacia el final del ciclo, siendo diferente en ramas y frutos.

Palabras clave: *Lycopersicon esculentum*, acumulación, materia seca.

Abstract

Dry matter (DM) accumulation dynamics were studied for field grown tomatoes cv. Río Grande in the norwestern area, State of Zulia, Venezuela, during the period from december 1992 april 1993, through seven fortnight samples (six plants/sample). DM was classified by plant parts (root not included). Except for inflorescences rachis and folioles of stem leaves, all the organs followed sigmoidal DM accumulation curves. Maximun total DM accumulation (478.57 g) was reached after 120 days; and also in the stem (16.87 g) and fruits (300.96 g). Stern DM

Recibido el 09-05-1997 ● Aceptado el 14-05-1998

1. Trabajo financiado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) de La Universidad del Zulia (LUZ) (Proyecto No. 725-90) y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas (CONICIT) (Proyecto S1-2381).

2. Egresado de la Facultad de Agronomía, La Universidad del Zulia.

3. Departamento de Botánica, Facultad de Agronomía, La Universidad del Zulia, Apartado 15205, Maracaibo 4005, Zulia, Venezuela. Teléfono: 58 61 596303

4. Departamento de Estadística, Facultad de Agronomía, La Universidad del Zulia, Apartado 15205, Maracaibo 4005, Zulia, Venezuela.

percentage of total DM declined by the end of the crop cycle pretriny diflerer ces in branche and fruit measuremests.

Key words: *Lycopersicon esculentum*, accumulation, dry matter.

Introducción

La importancia del cultivo en la zona fue detallada por Chirinos *et al.* (5). La dinámica de acumulación de materia seca indica el crecimiento de las plantas; así, se puede determinar la duración de cada una de las fases, es decir, el crecimiento vegetativo, floración, fructificación y senescencia. Esto es fundamental para el tomate, como en cualquier otro cultivo, que requieren de oportunos manejos agronómicos para maximizar su producción (5). Dichos manejos deben fundamentarse en el comportamiento ecofisiológico y/o la estrategia de desarrollo de la planta debido a que los requerimientos de la misma están en función de la fase de crecimiento en que se encuentre (5,7). En el caso de la protección vegetal, es importante para mantener el efecto de competidores biológicos (5).

En general, dentro de la tendencia de crecimiento de plantas, se tiene primero el crecimiento vegetativo, donde se forma su aparato fotosintético, luego pasa a la fase reproductiva y posteriormente ocurre la senescencia. Dependiendo de la etapa de desarrollo, la materia seca acumulada se distribuye de manera diferente en cada uno de los órganos de la planta (7).

Este trabajo se realizó con la finalidad de determinar la dinámica de acumulación de la materia seca en la planta de tomate, cv. Río Grande, así como en sus órganos, a lo largo de su ciclo de producción, bajo las condiciones de manejo agronómico de la zona, al noroeste del estado Zulia y de esta manera complementar la información existente, de otros estudios realizados en la zona (5).

Materiales y métodos

El trabajo de campo se realizó en el período diciembre 1992-abril 1993, en la Agropecuaria «El Carnaval», ubicada en el municipio Páez, estado Zulia, Venezuela. Esta zona se caracteriza por pertenecer a un Bosque muy Seco Tropical (8) y los suelos son Typic Ustropepts (4).

El cultivar utilizado fue Río Grande, el comúnmente sembrado en la zona (5). El semillero se sembró al voleo. Cuando las plantas tenían

aproximadamente un mes, fueron transplantadas a un lote de 300 m² con una distancia de 0,5 m. entre plantas y 1,5 m. entre hileras. Con el aporque (15 días postransplante) se fertilizó con 12-12-24 (800 kg/ha) y al inicio de la floración se aplicó úrea a una dosis de 100 kg/ha. En semillero las plantas fueron regadas diariamente con manguera. En el campo se regó por surcos con tapas a una frecuencia de 2-3 días.

El control de malezas se realizó aplicando Gramoxone® a una dosis de 2 L/ha y HL-2000® (selectivo para gramíneas) a razón de 1 L/ha. Durante el estudio no se consideró necesario el control de insectos plagas.

Se realizaron siete muestreos (uno quincenalmente), iniciados a partir del aporque (15 días después del transplante), con el fin de evitar el estrés de adaptación que sufre la planta cuando se realiza la práctica del transplante (9). En cada muestreo se seleccionaron seis plantas al azar, cortadas al ras del suelo, las cuales fueron colocadas individualmente en bolsas plásticas y transportadas en cavas refrigeradas portátiles hasta el laboratorio del Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA) de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia.

En el laboratorio, las plantas fueron separadas en sus diferentes órganos y partes. Las hojas fueron separadas en folíolos y raquis discriminados a su vez en los que corresponden al tallo y a las ramas. Así se separaron folíolos de hojas del tallo (FHT) y de las ramas (FHR) como

también los raquis del tallo (RHT) y de las ramas (RHR). Los frutos fueron divididos como bayas y restos de frutos (RF: restos de cáliz, corola y pedúnculos) (3). También fueron separadas las inflorescencias. Posteriormente se llevaron a la estufa a una temperatura de 60°C hasta alcanzar peso constante para obtener el peso parcialmente seco (5). El material parcialmente seco fue molido, tomando muestras de 0,5 g las cuales fueron colocadas en la estufa a 105°C durante 5 horas (2), obteniéndose el peso seco, para cada intervalo de tiempo (12).

Las variables estudiadas fueron: cantidad de materia seca o peso seco total de la planta, por parte y órgano (g) y proporción de materia seca de cada órgano, con respecto al peso seco total de la planta, representado en porcentaje.

Los análisis se realizaron con el paquete estadístico SAS (14) a través de un modelo jerarquizado y las comparaciones a través de las medias mínimas cuadráticas para las diferentes partes y la prueba de Tukey para las diferentes edades de la planta.

Resultados y discusión

La figura 1 muestra el patrón de crecimiento de la planta de tomate, en términos de peso seco. Allí se observa que dicho patrón siguió una curva sigmoideal simple (5, 11), al igual que otros cultivos (1, 10, 13). Durante el período 45-75 días el crecimiento fue moderado, incrementándose luego rápidamente hasta alcanzar su máximo a los 120 días. Posteriormente la curva decayó,

correspondiéndose esto con la etapa de senescencia. Chirinos *et al.* (5) reportaron similares tendencias de crecimiento, para el mismo cultivar, aunque limitados debido a problemas de déficit hídrico presentados durante la conducción de ese estudio. Los cuadros 1 y 2 presentan la materia seca de las partes, a diferentes edades de la planta y sus diferencias, las cuales

Cuadro 1. Contenido de materia seca (g) en la planta de tomate de acuerdo a la edad (*Lycopersicon esculentum* Miller) creciendo bajo condiciones de campo.

Edad	45	60	75	90	105	120	135
Peso seco (g)	1,92 ^c	25,03 ^{de}	85,52 ^d	273,44 ^c	380,22 ^b	478,57 ^a	245,32 ^c

a, b, c, d, e: medias con letras iguales no difieren significativamente ($P < 0,05$). Comparaciones de peso seco total promedio de la planta para las diferentes edades a través de la prueba de Tukey.

fueron detectadas por el análisis de la varianza y corroboradas por las pruebas de medias. Allí podemos observar que todas las partes aumentaron su materia seca durante el desarrollo, siendo las hojas (folíolos + raquis) el mayor componente del cuerpo de la planta (5), hasta los 105 días, para luego ser los frutos (bayas + restos de frutos).

La figura 1 muestra además que el tallo tuvo un crecimiento acelerado en el período 45-90 días, estabilizándose al final del ciclo; inicialmente, la planta tiende a crecer más en longitud. En el período 45-60 días, aparecen las ramas y al ir aumentando las ramificaciones, aumenta también el crecimiento de hojas. Las ramas alcanzan su máximo peso a los 120 días (cuadro 3). Chirinos *et al.* (5) refieren que el crecimiento en el tallo y ramas tuvo un aumento leve en los primeros 45 días y su incremento se hizo notorio a partir de los 60 días, lo que coincide con estos resultados. Asimismo señalan que el incremento de la biomasa estuvo asociado con el incremento de las ramificaciones.

El tallo representó el 25,07% del peso total a los 45 días (cuadro 3). Este porcentaje disminuyó a partir de los 60 días. Las ramas a los 60 días representaron el 6,07% aumentando

luego a 17,64% (75 días), disminuyendo gradualmente hasta los 105 días (13,55%).

En cuanto a los FHT y RHT (figura 2), ambos siguieron la misma tendencia (curva doble sigmoide). Estos presentaron un incremento acelerado en el período 45-60 días. En esta etapa, las hojas del tallo representaron el principal órgano vegetativo de la planta, cuya actividad fotosintética es la base de su crecimiento para luego dar paso al desarrollo de otros órganos. Posteriormente su crecimiento disminuyó (período 60-75 días); en esta etapa aumentaron las ramificaciones en la planta. El crecimiento en los FHT y RHT aumentó nuevamente para llegar a su máximo a los 105 días. Sin embargo, este crecimiento se mantuvo por debajo del crecimiento de FHR y RHR.

Los FHR y RHR mostraron similar comportamiento entre sí (sigmoide simple), tal como se observa en la figura 2, siendo diferente al de FHT y RHT. El crecimiento de FHR y RHR inicialmente es bajo en comparación con el de FHT y RHT, incrementándose luego, debido al aumento de las ramificaciones. En términos de porcentaje (figura 3), las hojas de las ramas presentaron su máximo valor

Cuadro 2. Contenido de materia seca (g) en las diferentes partes de la planta de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) creciendo bajo condiciones de campo.

Edad (días)	FHT	RHT	FHR	RHR	TALL	INF	RAM	RF	BAY
45	0,93 ^a	0,29 ^a	-	-	0,48 ^a	0,22 ^a			
60	9,87 ^a	3,57 ^a	3,39 ^a	0,97 ^a	4,59 ^a	0,14 ^a	1,52 ^a	0,62 ^a	0,36 ^a
75	4,69 ^b	2,54 ^b	24,78 ^a	8,95 ^b	6,88 ^b	0,68 ^b	15,09 ^a	2,66 ^b	19,25 ^a
90	9,72 ^d	4,93 ^d	64,95 ^b	29,82 ^c	15,47 ^c		43,10 ^c	8,91 ^d	96,54 ^a
105	10,28 ^e	5,81 ^e	67,85 ^b	33,94 ^d	15,84 ^e		51,52 ^c	10,21 ^e	184,77 ^a
120		50,01 ^c	25,87 ^d	16,87 ^d		84,86 ^b	14,91 ^d	286,05 ^a	
135		16,24 ^c	8,77 ^c	14,16 ^c		64,30 ^b	10,67 ^c	131,18 ^a	

FHT= Foliolos de hojas del tallo; RHT= Raquis de hojas del tallo; FHR= Foliolos de hojas de ramas; RHR= Raquis de hojas de ramas; TALL= Tallo; INF= Inflorescencias; RAM= Ramas; Rt= Restos de frutos; BAY= Bayas. a, b, c, d, e: medias con letras iguales no difieren significativamente (P<0,05). Comparaciones de medias entre las partes de una misma edad a través de las medias mínimas cuadráticas.

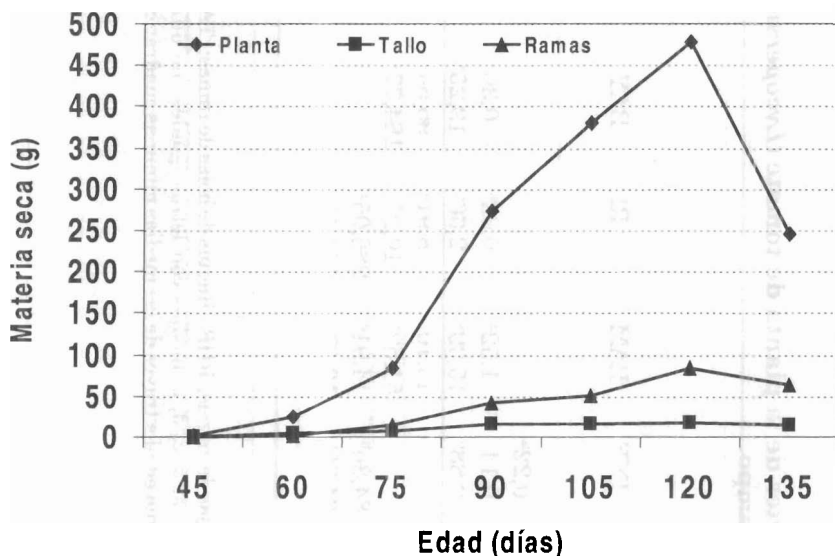


Figura 1. Materia seca en la planta, tallo y ramas de tomate, cultivado en la zona noroccidental del estado Zulia, Venezuela. Periodo diciembre 1992-abril 1993.

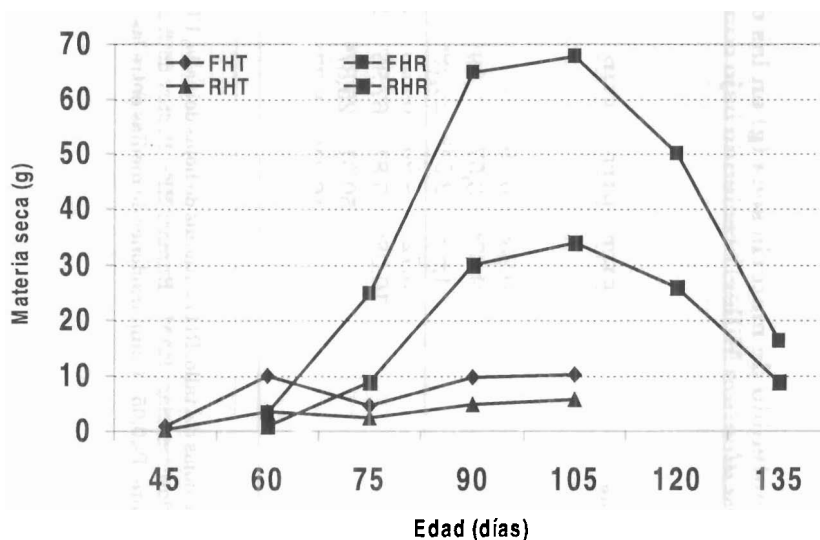


Figura 2. Materia seca en folíolos y raquis de hojas de tallo (FHT, RHT) y de ramas de plantas de tomate (FHR, RHR), cv. Río Grande, cultivado en la zona noroccidental del estado Zulia, Venezuela. Periodo diciembre 1992-abril 1993.

a los 75 días, disminuyendo luego gradualmente. El crecimiento de las hojas tiene gran influencia en el crecimiento total de la planta lo cual es de esperarse por su porte de tipo herbáceo (9).

Comparando el crecimiento de las ramas con los FHR y RHR, los dos últimos llegan a su máximo crecimiento a los 105 días, decayendo posteriormente. No obstante, las ramas llegaron a su máximo a los 120 días. Este comportamiento puede deberse a que las ramas permanecen en la planta y siguen creciendo, mientras que las hojas se pierden debido a la senescencia inducida por la supresión del riego, como consecuencia del manejo del cultivo que se realiza en la zona con el fin de acortar su ciclo.

Las inflorescencias (figura 4) se presentaron a partir de los 45 días (cuadro 2). En el cuadro 3 se muestra

el porcentaje representado por las inflorescencias para las distintas edades. En el período 45-60 días, las inflorescencias disminuyeron su crecimiento; en este momento ocurrió el cuaje de frutos. Entre los 60-75 días hubo un incremento, que pudo deberse al desarrollo de las ramas. Chirinos *et al.* (6) refieren que la mayor cantidad de inflorescencias se concentran en las ramas, cuando éstas comienzan su crecimiento acelerado.

Los frutos (cuadro 3) se observaron a los 60 días, mostrando un incremento notorio a partir de los 75 días, llegando a representar el 62,29% del crecimiento total alcanzado por la planta a los 120 días (figura 3). Las bayas aumentaron violentamente a partir de los 75 días (figura 5), alcanzando su máximo a los 120 días (286,05 g), lo cual comparado con el total acumulado por la planta para ese

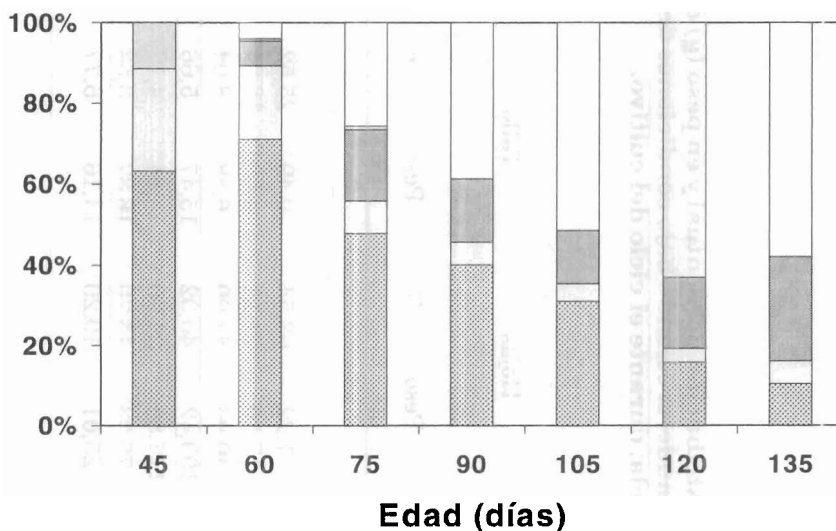


Figura 3. Distribución porcentual de la materia seca en la planta de tomate, cv. Río Grande, cultivado en la zona noroccidental del estado Zulia, Venezuela. Periodo diciembre 1992-abril 1993.

Cuadro 3. Distribución porcentual y en peso (g) de los diferentes órganos de la planta de tomate, cv. Río Grande, creciendo bajo condiciones de campo en la zona noroccidental del estado Zulia, Venezuela, durante el ciclo del cultivo.

Edad (días)	Hojas		Tallo		Ramas		Inflorescencia		Frutos	
	Peso (g)	%	Peso (g)	%	Peso (g)	%	Peso (g)	%	Peso (g)	%
45	1,22	63,54	0,49	25,52	1,52	6,07	0,22	11,46	0,98	3,92
60	17,80	71,11	4,59	18,34	15,09	17,64	0,14	0,56	21,91	25,62
75	40,96	47,90	6,88	8,04	43,10	15,76	0,68	0,80	105,45	38,56
90	109,42	40,02	15,47	5,66	51,52	13,55			194,98	51,28
105	117,88	31,00	15,84	4,17	84,86	17,73			300,96	62,89
120	75,08	15,70	16,87	3,53	64,30	26,21			141,85	57,82
135	25,01	10,20	14,16	5,77						

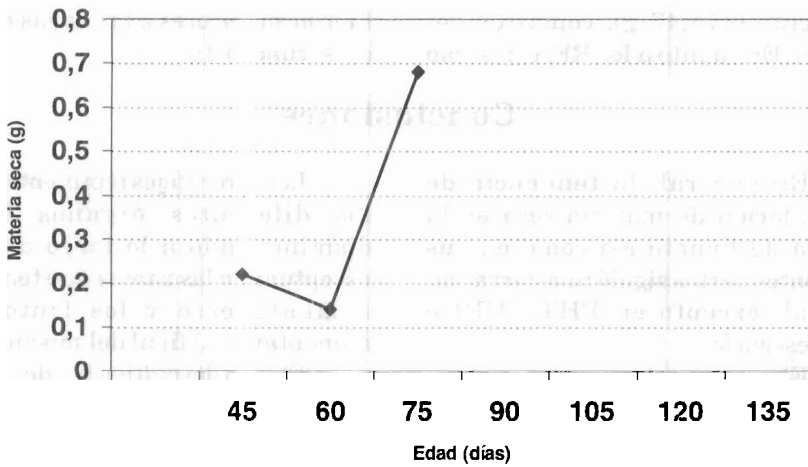


Figura 4. Materia seca en inflorescencias de plantas de tomate cv. Río Grande, cultivado en la zona noroccidental del estado Zulia. Periodo diciembre 1992-abril 1993.

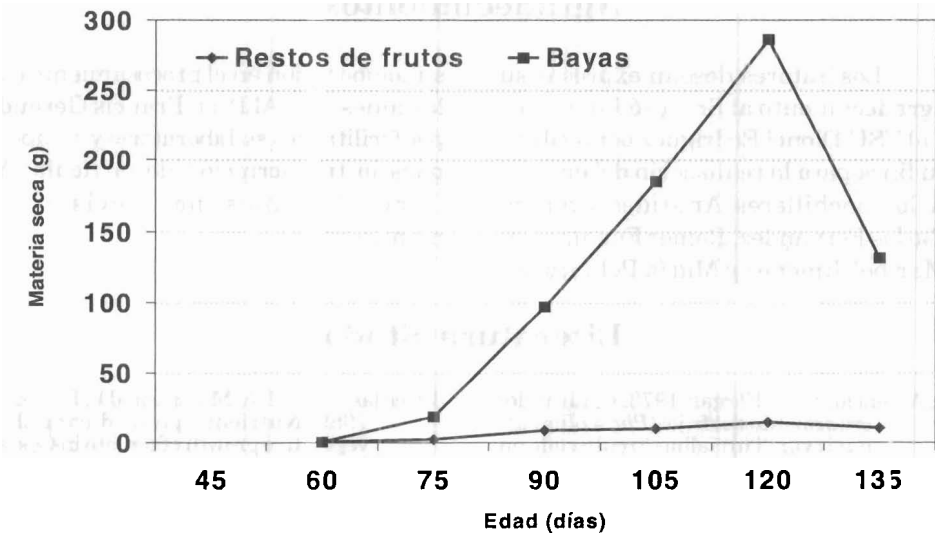


Figura 5. Materia seca en bayas y restos de frutos de plantas de tomate cv. Río Grande, cultivado en la zona noroccidental del estado Zulia, Venezuela. Periodo diciembre 1992-abril 1993.

momento (478,47 g), constituyó el 58,8%. En cuanto a los RF, éstos sólo

fueron superiores a las bayas a los 45 días (cuadro 2).

Conclusiones

En general, la tendencia de acumulación de materia seca en la planta de tomate así como en sus diferentes partes siguió una curva sigmoideal, excepto en FHT, RHR e inflorescencias.

El incremento en peso se hizo notorio a partir de los 60 días, presentándose un pico de acumulación entre los 105-120 días. El máximo crecimiento en la planta se dió a los 120 días.

Los principales órganos de acumulación de materia seca fueron las hojas (de ramas y de tallo), como órgano vegetativo y los frutos (bayas+RF) como órgano reproductivo.

Los porcentajes representados por los diferentes órganos fueron disminuyendo a lo largo del ciclo exceptuando las ramas que tendieron a mantenerse y los frutos que aumentaron al final del mismo.

El ciclo del cultivo fue de 120-135 días, aproximadamente, para las condiciones de estudio.

Estos resultados muestran las tendencias de crecimiento de la planta de tomate, cv. Río Grande, bajo condiciones de manejo y producción de la zona. Similares tendencias son observadas en el mismo cultivar, con condiciones limitadas de riego (déficit hídrico) (5).

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento al Sr. José Rodríguez y al TSU Dionel Rodríguez por facilitar su finca para la realización del ensayo. A los bachilleres Aristides Galbán, Carlos Fernández, Romer Fuenmayor, Maribel Jiménez y María Polanco por

su colaboración en el procesamiento de las muestras. Al Prof. Francis Geraud por facilitarnos su laboratorio y equipos para la transcripción del artículo. A Dorys Chirinos por revisar el manuscrito.

Literatura citada

1. Ascencio, J. y J. Fargas. 1973. Análisis del crecimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* var. Turrialba-4) cultivado en solución nutritiva. Turrialba 23 (4): 420-428.
2. Association of official Analytical Chemists (AOAC). 1984. Official methods of analysis. 14th edition. Washington, D.C.
3. Cerdas, A. J., M. A. Moreira and F. Breisch. 1989. Nutrient uptake during the vegetative growth of tomato in Costa Rica. Boletín Técnico Escuela Fitotecnica 22 (4): 1-10.
4. Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos (COPLANARH). 1975. Inventario Nacional de Tierras. Región del Lago de Maracaibo. Tecnicolor S.A. Caracas, Venezuela.

5. Chirinos, D., F. Geraud, M. Marín, G. Rivero, J. Vergara, J. Moyeda, L. Mármol y A. Atencio. 1993. Desarrollo de la planta de tomate *Lycopersicon esculentum* Miller, cv. Río Grande, en la zona del río Limón del estado Zulia, Venezuela. I. Altura de planta, peso fresco, peso seco, número de ramificaciones, hojas, flores y frutos. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 10 (3): 311-323.
6. Chirinos, D., F. Geraud, M. Marín, J. Vergara y D. Chirinos. 1996. Desarrollo de la planta de tomate *Lycopersicon esculentum* Miller, cv. Río Grande, en la zona del río Limón del estado Zulia, Venezuela. III. Arquitectura de la planta. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 13 (1): 25-34.
7. Devlin, R. 1976. Fisiología Vegetal. Tercera edición. Ediciones Omega. Barcelona. España. 462 p.
8. Ewel, J. y Madriz, A. 1968. Zonas de vida de Venezuela. Editorial Sucre. Caracas, Venezuela. 265 p.
9. Geraud, F., D. Chirinos, M. Marín y D. Chirinos. 1995. Desarrollo de la planta de tomate, *Lycopersicon esculentum* Miller, 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. Agron. (LUZ) 12(1):15-23.
10. Karlen, D. L. y D. A. Whitney. 1980. Dry matter accumulation mineral concentrations and nutrient distribution in winter wheat. Agronomy Journal. 72(2):281-288.
11. Marlowe, G. A., Jr. A. J. Overmar. and D. J. Schuster. 1983. Growth and development studies of the tomato. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 96: 103-107.
12. Martin, B. and Thorstenson, Jr. 1988. Stable carbon isotope composition (Delta 13C), water use efficiency, and biomass productivity of *Lycopersicon esculentum*, *Lycopersicon per. nellii*, and the F1 hibrid. Plant Physiology 88 (1): 213-217.
13. Rodríguez, J. B. and D. G. Westfall. 1990. Dry matter and partitioning by Proso Millet. Agronomy Journal. 32 (2): 183-189.
14. SAS, Institute Inc. 1985. SAS user's guide: Statistics. 5th edition. SAS Inst., Inc., Cary NC.