

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.¹

Development of the tomato, *Lycopersicon esculentum* Miller, cv. Río Grande, plant in the Limon river area, State of Zulia, Venezuela. II. Relative growth rate, leaf weight ratio and gamma.

Francis Geraud.²
Dorys Chirinos.²
Merylín Marín.³
Dubia Chirinos.³

Resumen.

Con el fin de complementar la información existente sobre el crecimiento de plantas de tomate, *Lycopersicon esculentum* Miller, cv Río Grande, bajo condiciones de campo, en la zona del Río Limón, Estado Zulia, Venezuela, fueron calculados los parámetros: índice de crecimiento relativo de la planta y del follaje (ICRP e ICRF), la razón de peso foliar (RPF), Gamma (ICRF/ICRP), sus interrelaciones y la de estos parámetros con el peso seco de la planta y de las hojas. El ICRP varió de 0,009 a 0,164, alcanzando su máxima tasa de crecimiento entre los 15 y 30 días, seguido de una disminución por efecto de transplante (30-45 días). Posteriormente (45-50 días), la planta se hizo metabólicamente más eficiente, recuperando parcialmente dicha tasa, la cual vuelve a declinar con la floración y fructificación (75-105 días). El ICRF mostró la misma tendencia pero con valores ligeramente superiores (0,011-0,174). La RPF se mantuvo relativamente constante (rango: 0,71-0,76) hasta los 75 días de ciclo, declinando posteriormente hasta 0,55. Gamma varió de 0,82 a 1,22

Recibido el 03-05-94 • Aceptado el 02-09-94

1. Trabajo realizado con financiamiento parcial recibido del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES), de LUZ (Proyecto 725-90) y del CONICIT (Proyecto S1-2381).

2. Unidad Técnica Fitosanitaria.

3. Departamento de Botánica. Facultad de Agronomía, La Universidad del Zulia, Apartado 152 05, Maracaibo, Apartado 4005, Venezuela.

Los autores desean expresar su agradecimiento al TSU José Luis González, por facilitarnos la parcela de tomate; a la TSU Gisela Rivero y a los Brs. Juan Vergara, Juan Moyeda y Luis Már: nol por la colaboración prestada en la realización de muestreos y contajes.

mostrando que el crecimiento de la planta se debe básicamente al crecimiento foliar.

Palabras claves: Parámetros de crecimiento vegetal, ICRP, ICRF, RPF, Gamma, Tomato.

Abstract

In order to complement the information on plant growth of tomato, *Lycopersicon esculentum* Miller, cv Río Grande, under field conditions in the Limón river zone, State of Zulia, Venezuela, the following parameters were calculated: plant and foliage relative growth rate (PRGR and FRGR), foliar weight ratio (FWR), Gamma (FRGR/PRGR), their interrelationships as well as with plant dry weight (PDW) and foliar dry weight (FDW). The range of PRGR was 0,009-0,164, reaching a maximum between 15-30 days, which decreased due to transplanting (30-45 days). Later (45-60 days) the plant became metabolically more efficient, almost reaching the early highest level, finally declining during blooming and fructification (75-105 days). The FRGR showed the same trend with slightly higher values (0,011-0,174). FWR stayed relatively constant (0,71-0,76) up to day 75, later declining to 0,55. Gamma range was 0,82-1,22, indicating that plant growth is heavily influenced by foliar growth.

Keys words: Plant growth parameters, PRGR, FRGR, FWR, Gamma, Tomato.

Introducción

El programa de Manejo Integrado de Plagas en hortalizas desarrollado por la Unidad Técnica Fitosanitaria (UTF), de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia, ha permitido producir tomate, en la zona del Río Limón del Estado Zulia sin la aplicación de insecticidas químicos con rendimientos de hasta 42 TM/ha. Estos resultados han sido obtenidos en base al reconocimiento y estudio de la entomofauna y su relación con la planta hospedera. Para entender esta relación es imprescindible analizar el crecimiento de la planta dentro de su medio ambiente (Chirinos *et al.* 1993).

El análisis de crecimiento de plantas puede basarse directamente en la evolución cronológica de medidas tales como peso seco, longitud de tallos, número de hojas, número de ramas, etc, (Manrique 1990). Con estas medidas pueden ser calculados el índice de crecimiento relativo (ICR), razón de peso foliar (RPF), índice de asimilación neta (IAN), etc (Ascencio y Fargas 1973; Leopold 1974; Nieuw-hof 1993). Mientras los primeros, tienen que ver con el desarrollo absoluto de la planta, los segundos explican su eficiencia en acumular materia seca como producto de sus procesos metabólicos.

Un nuevo parámetro, Gamma, ha sido ingeniado para relacionar la tasa de crecimiento total de la planta con la tasa de crecimiento foliar.

Utilizando la información de crecimiento absoluto reportada en anterior publicación (Chirinos *et al.*

1993), se analizó el crecimiento, con el fin de complementar la información sobre el desarrollo de la planta de tomate, *Lycopersicon esculentum* Miller, cv. Río Grande en base a los parámetros: ICR, RPF y Gamma.

Materiales y métodos.

La descripción de la zona, condiciones del cultivo y la metodología seguida durante el muestreo, procesamiento de las muestras, análisis de datos, etc, han sido descritas por Chirinos *et al.* 1993.

Con los siete muestreos realizados, se determinaron los parámetros de crecimiento: índice de crecimiento relativo de la planta (ICRP = incremento en peso seco de la planta por unidad de tiempo y unidad de peso de la misma), e índice de crecimiento relativo foliar (ICRF = incremento en peso seco del follaje por unidad de tiempo y unidad de peso del mismo), razón de peso foliar (RPF = peso seco

del follaje al tiempo t por unidad de peso de la planta) (Leopold 1974) y Gamma (relación entre el ICRF e ICRP). Gamma, es propuesto por los autores de este trabajo y representa la tasa de crecimiento de las hojas con respecto a la tasa de crecimiento de toda la planta.

Además de la determinación de los parámetros, utilizando el paquete estadístico SAS[®], 1985 se realizaron los análisis de correlación simple entre ellos, así como cada uno vs. el peso seco de la planta, peso seco de flores más frutos y peso seco del follaje. También se hizo la regresión lineal simple entre el ICRF y el ICRP.

Resultados y discusión.

La Figura 1 muestra la variación del ICRF y el ICRP en tomate durante su ciclo. Para los primeros 15-30 días, la planta alcanzó su máxima tasa de crecimiento (Cuadro 1), la cual disminuyó en los 30-45 días siguientes. Esta disminución del ICRP coincidió con los días inmediatamente posteriores al transplante (del semillero al campo de cultivo) y podría haber sido consecuencia de ello, por los daños sufridos y por el estrés de adaptación. Al extraer las plantas del semillero se rompen algunas raíces, lo cual origina aumento de

la tasa respiratoria y los factores de crecimiento son empleados principalmente en la restitución de esas raíces (Milthorpe y Moorby 1982; Kramer 1985). Además se disminuye la absorción de agua, lo cual se traduce en reducción del crecimiento total (Milthorpe y Moorby 1982; Acevedo y Mascardo 1984; Aboud-Hadid *et al.* 1986; Chirinos *et al.* 1993; Kramer 1985). Cabe destacar que no se tomó el peso radical, por estar el cultivo creciendo bajo condiciones de campo, lo cual di-

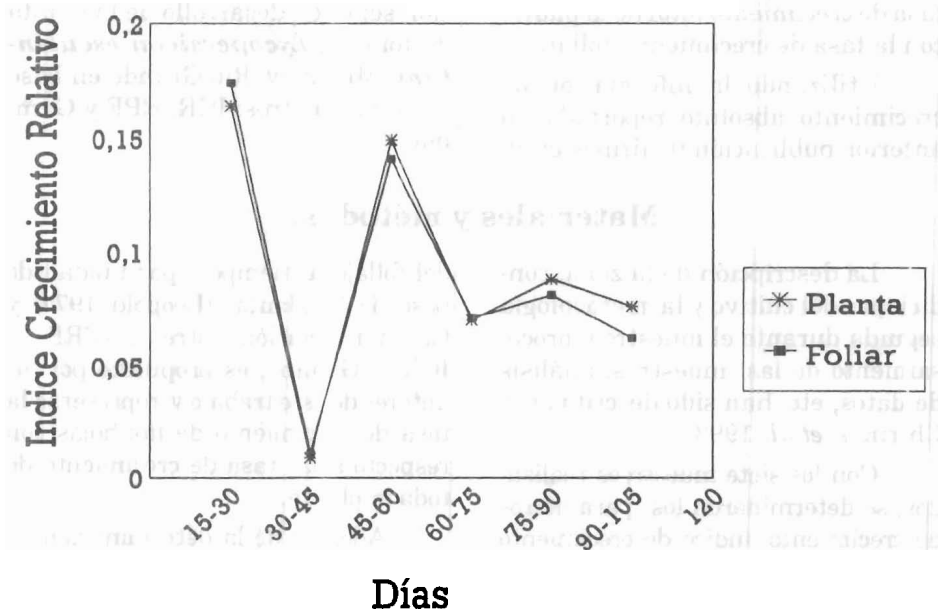


Fig. 1. Índice de crecimiento relativo foliar y de la planta de tomate creciendo bajo condiciones de campo. Período diciembre 1991- abril 1992

Cuadro 1. Índice de Crecimiento Relativo (ICR) total de la planta y de las hojas, parámetro Gamma y Razón de Peso Foliar (RPF) para la planta de tomate cv. Río Grande bajo condiciones de campo en la zona del río Limón, Mpio. Páez, Edo. Zulia, Venezuela. Período diciembre 1991-abril 1992

Días	ICRTOT	ICRHOJ	GAMMA	RPF
0 - 15	-	-	-	0,71
15 - 30	0,164	0,174	1,07	0,76
30 - 45	0,009	0,011	1,22	0,73
45 - 60	0,149	0,141	0,95	0,71
60 - 75	0,070	0,071	1,02	0,72
75 - 90	0,088	0,081	0,92	0,66

ficulta la recuperación total de las mismas.

El período 45-60 días, coincidió con los días posteriores al porque (arri-me de tierra al pie de la planta) y fertilización, cuando la planta se hizo nuevamente eficiente, incrementándose la tasa de crecimiento (Figura 1). El aumento del crecimiento vegetativo podría estar asociado con el aumento de la tasa fotosintética bajo las nuevas condiciones. Posteriormente (después de 60 días) el ICRP disminuyó tendien-

su eficiencia metabólica, así como la producción de materia seca. Al producir nuevos órganos reproductivos (flores y frutos), se redistribuye hacia ellos, los materiales existentes dentro de la planta (fotoasimilados, agua y elementos minerales) (Greulach y Adams 1980). Los órganos reproductivos son potentes monopolizadores de esos factores de crecimiento (Greulach y Adams 1985). Los PSH, PST y peso seco de flores + frutos (PSFL + PSFR) son mostrados en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Peso seco total (PST), peso seco de hojas (PSH) y peso seco flores más peso seco de frutos (PSFL+PSFR), de la planta de tomate cv. Río Grande, bajo condiciones de campo en la zona del río Limón, Mpio. Páez, Edo. Zulia, Venezuela. Período diciembre 1991 - abril 1992.

Días	PST	PSH	(PSF1+PSFr)
0 - 15	0,09	0,06	0,00
15 - 30	0,89	0,69	0,01
30 - 45	1,01	0,81	0,00
45 - 60	8,19	5,86	0,09
60 - 75	21,87	15,89	0,59
75 - 90	75,00	49,32	4,00
90 - 105	217,24	118,00	54,53

do a estabilizarse cuando la planta completó su fase juvenil o vegetativa y comenzó la fase reproductiva (Greulach y Adams 1980; Milthorpe y Moorby 1982; Leopold 1984; Chirinos *et al.* 1993). Además, hubo fallas en la suplencia de agua (Chirinos *et al.* 1993), lo que parece haber acentuado dicho efecto (Acevedo y Massardo 1984; Aboud-Hadid, 1986). Durante esta fase, la planta tiende a estabilizar

Con pequeñas variantes el ICRF (Figura 1) tiene las mismas tendencias que ICRP, existiendo una alta correlación positiva entre ellos (Cuadro 3). Esto indica que el crecimiento de las hojas tiene una gran influencia en el crecimiento total de la planta, lo cual es de esperarse por su porte herbáceo. Esta relación se ajusta a la función lineal $Y = 0,027 + 0,99 X$ (Figura 2), con un $R^2 = 0,99$;

Cuadro 3. Matriz de correlaciones entre los parámetros (ICR, RPF, Gamma) y los PSH, PST, PSFL+PSFR (P<0,001) para plantas de tomate cv. Río Grande, bajo condiciones de campo en la zona del río Limón Mpio Páez, Edo. Zulia, Venezuela. Período 1991 -abril 1992

	ICR Hojas	PSH	PST	PSFL-PSFR
RPF	-	- 0,970	- 0,971	0,925
Gamma		- 0,738	- 0,714	0,620
ICR Total	0,988	-		

de donde Y representa el ICRP y X el ICRF.

En base a los ICRP y ICRF, como parámetros fisiológicos se pueden establecer períodos críticos de protección contra competidores biológicos (plagas, enfermedades, etc). Así, para el período 30-45 días (donde la eficiencia de la planta como productora de materia seca fue baja) se requiere mayor atención para insectos defoliadores, minadores de hojas, etc, en comparación con daños en el período 45-60 días donde la tasa de crecimiento es alta. Entre otras, esta es una aplicabilidad para manejo agronómico del cultivo en base a la fenología del mismo.

Con respecto a Gamma (Figura 3); este parámetro mantuvo valores muy cercanos a uno e inclusive sobrepasándolo entre 15-45 días (Cuadro 1). Ello evidencia que para este período, la tasa de crecimiento del follaje es más alta que la tasa de crecimiento de toda la planta. Durante el período 60-105 días, Gamma disminuyó, ya que el desarrollo de los frutos, pasó a constituir buena parte del desarrollo de la planta. Ello produjo una relación inversa altamente significativa entre este parámetro y el PSFL + PSFR (Cuadro 3).

Evidentemente, Gamma explica satisfactoriamente la tendencia del desarrollo de la planta de tomate, lo cual se demuestra por su alta correlación inversa con el PST (Cuadro 3).

En la Figura 4 se observa la variación de la RPF a lo largo del desarrollo de la planta de tomate. Los valores de este parámetro se mantienen más o menos constante desde el inicio del desarrollo hasta los 75 días, representando un alto porcentaje del peso seco total (Cuadro 1). Esto se corresponde con lo expresado por Chirinos *et al.* 1993, con respecto que las hojas conforman una fracción importante dentro del desarrollo de la planta de tomate, cv. Río Grande (54,32 a 75%). Las pequeñas diferencias entre estos últimos valores y aquellos presentados en el Cuadro 1, se debe a las formas de cálculo de ambas (porcentajes de medias vs medias de observaciones). La RPF disminuye al final (75-105 días) llegando a representar el peso foliar la mitad del peso seco total (Cuadro 1). Entre la RPF vs. el PST y la RPF vs. el PSH existen correlaciones inversas altamente significativas (Cuadro 3), lo que se corresponde con lo encontrado por

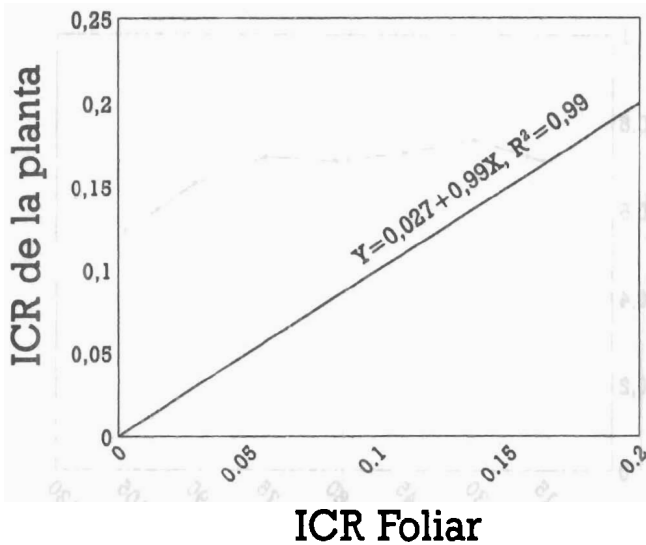


Fig. 2. Regresión lineal simple entre el índice de crecimiento relativo (ICR) foliar y el ICR de la planta de tomate creciendo bajo condiciones de campo. Período diciembre 1991 -abril 1992.

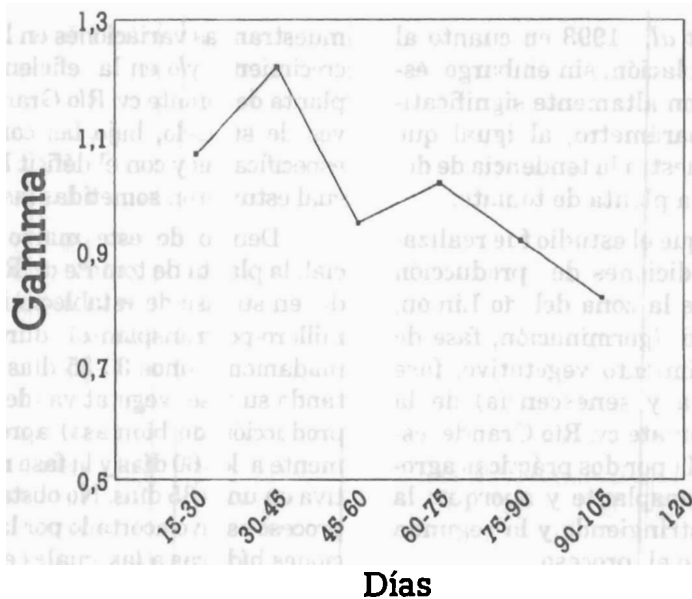


Fig. 3. Relación entre el Índice de crecimiento foliar y de la planta para plantas de tomate creciendo bajo condiciones de campo. Período diciembre 1991 -abril 1992.

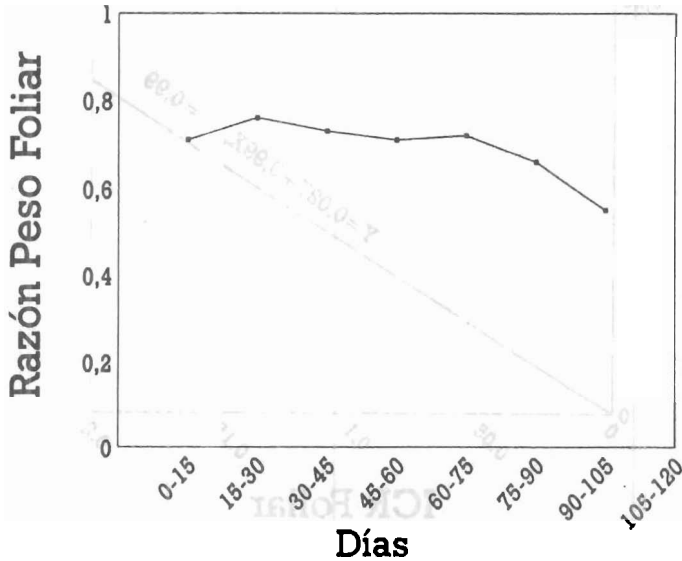


Fig. 4. Razón de peso foliar o relación del peso foliar con el peso de la planta de tomate creciendo bajo condiciones de campo. Período diciembre 1991 -abril 1992.

Nieuwhof *et al.* 1993 en cuanto al tipo de correlación, sin embargo, éstas no fueron altamente significativas. Este parámetro, al igual que Gamma, muestra la tendencia de desarrollo de la planta de tomate.

Dado que el estudio fue realizado bajo condiciones de producción comercial de la zona del río Limón, el desarrollo (germinación, fase de rápido crecimiento vegetativo, fase reproductiva y senescencia) de la planta de tomate cv. Río Grande estuvo afectada por dos prácticas agronómicas: transplante y aporque; la primera restringiendo y la segunda incentivando el proceso.

Los parámetros de crecimiento utilizados (ICR, RPF y Gamma)

muestran las variaciones en la tasa de crecimiento y/o en la eficiencia de la planta de tomate cv. Río Grande a través de su ciclo, bajo las condiciones especificadas y con el déficit hídrico al cual estuvieron sometidas las plantas.

Dentro de este marco referencial, la planta de tomate cv. Río Grande, en su fase de establecimiento (semillero-postransplante) duró aproximadamente unos 30-35 días, completando su fase vegetativa (de máxima producción de biomasa) aproximadamente a los 60 días y la fase reproductiva en unos 35 días. No obstante, este proceso estuvo acortado por las limitaciones hídricas a las cuales estuvo sometido el lote.

Literatura citada.

1. Abou-Hadid, AF; AS, El-Beltagy; Ar Smith; Ma Hall. 1986. Effect of water stress on tomato at different stages of development. *Acta Horticulture*. 190: 405-414.
2. Acevedo, E y C Massardo. 1984. Efecto del déficit hídrico en dos etapas del desarrollo del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Phyton*, Universidad de Chile 44 (2): 151-166.
3. Ascencio, J. y J.F. Fargas. 1973. Análisis del crecimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L. var. Turrialba-4) cultivado en solución nutritiva. *Turrialba* 23 (4): 420-428.
4. Chirinos, D.; F. Geraud; M. Marin; 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. *Revista Facultad de Agronomía, LUZ*. 10 (3): 311-324.
5. Greulauch V. y J.E. Adams. 1980. Las plantas, introducción a la botánica moderna. Edit. Limusa. p: 349-350.
6. Kramer, P. J. 1985. Plant and soil water relationship. McGraw-Hill. New York. 546 p.
7. Leopold, C. 1974. Plant growth analysis and development. McGraw-Hill Book Company. New York-London. Usa-Inglaterra 466 p.
8. Manrique, L. A. 1990. Plant morphology of Cassava during summer and winter. *Agronomy Journal*. 82(5): 881-886.
9. Milthorpe, F. L. y J. Moorby. 1982. Introducción a la fisiología de los cultivos. Ed. Hemisferio Sur.
10. Nieuwhof, M; J. Jansen; JC. Oereven; JC Van-Oreven. 1993. Genotypic variation for relative growth rate and other growth parameters in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under low energy conditions. *Journal of genetics and breeding*. 47 (1): 35-44.
11. SAS, Institute 1985. Paquete estadístico SAS para micro computadora versión 5 Cary NC.