

DINÁMICA DEL CRECIMIENTO Y EFICIENCIA FISIOLÓGICA DE LA PLANTA DE CALABACITA

G. Sedano-Castro¹; V. A. González-Hernández¹; E. M. Engleman²; C. Villanueva-Verduzco³

¹Fisiología Vegetal, Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. Colegio de Postgraduados.
Km 36.5 Carretera México-Texcoco. Montecillo, Texcoco, Estado de México. C. P. 56230. MÉXICO.

Correo-e: gsedan3@hotmail.com (¹Autor responsable).

²Especialidad de Botánica, Instituto de Recursos Naturales. Colegio de Postgraduados.
Km 36.5 Carretera México-Texcoco. Montecillo, Texcoco, Estado de México. C. P. 56230. MÉXICO.

³Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Capingo. Km 38.5 Carretera México-Texcoco.
Chapingo, Texcoco, Estado de México. C. P. 56230. MÉXICO.

RESUMEN

Se estudió la dinámica de crecimiento y distribución de biomasa en plantas de *Cucurbita pepo* L. híbrido 'Tala', en el Campo Experimental del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México, durante dos estaciones de crecimiento, 1999 y 2000. También se midieron las tasas instantáneas de asimilación de CO₂ y transpiración en hojas maduras. En distribución de biomasa, la planta asignó durante su ciclo 59.4 % a hojas, 29.5 % a fruto inmaduro y 6.5 % a tallos. La planta y sus órganos crecieron en forma sigmoideal. La máxima área foliar se alcanzó a los 69 días después de siembra (dds), y enseguida sufrió una rápida defoliación. El crecimiento de los órganos reproductores fue muy lento en la etapa de botón floral (0.062 g·d⁻¹), y mucho más acelerado desde anthesis hasta fruto verdura (1.257 g·d⁻¹). La máxima asimilación de CO₂ y mínima transpiración se obtuvieron a los 47 dds. El peso de semillas fue apenas de 2.9 % respecto al peso fresco del fruto, en tanto que en peso seco representó 32 %.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: *Cucurbita pepo* L., análisis del crecimiento, relaciones fuente-demanda, distribución de biomasa.

GROWTH KINETICS AND PHYSIOLOGICAL EFFICIENCY OF Zucchini PLANTS

ABSTRACT

Physiological aspects of *Cucurbita pepo* L., hybrid Tala, such as kinetics and aerial biomass distribution were studied at the Experimental Station of the Colegio de Postgraduados, Montecillo Texcoco, México, during the 1999 and 2000 growing seasons. Four plants were sampled every two weeks during the first season, and used to measure leaf area, fresh and dry weight of leaf, stem and fruit. In the second season fruits of 18 development stages (from budding flowers to immature fruit) were measured every twelve hours, regarding fresh and dry weight; additionally, every seven days, fruits ranging from immature stage to physiologically mature stage, were sampled to measure fresh and dry weight. Instantaneous photosynthetic and transpiration rates were measured on mature leaves. The plant assigned biomass among their organs as follows, 59.4 % to leaves, 34.1 % to immature fruits and 6.38 % to stems. Plant growth showed a sigmoid kinetics. Maximum leaf area occurred at 69 days after planting (dap), to enter immediately afterwards it followed a quick defoliation. Biomass increase on reproductive organs was slow during the floral bud stage, with 0.062 g·d⁻¹; the rate was much faster from anthesis to young fruit ("vegetable" stage), reaching 1.257 g·d⁻¹. Maximum photosynthesis and minimum transpiration were registered 47 dap, 22 days before maximum leaf area (69 dap). Seed weight barely reached 2.9 % with respect to fresh fruit weight, while in dry weight represented 32 %.

ADDITIONAL KEY WORDS: (*Cucurbita pepo* L.), Growth analysis, source-sink relations, biomass distribution.

INTRODUCCIÓN

La forma de aprovechamiento más importante en México de los frutos de calabaza (*Cucurbita pepo* L.) es como verdura, tanto para su consumo nacional como para

su exportación. En 2001 se cultivaron 1'297,104 ha en el mundo, y en México 32,000 ha. México está entre los siete principales productores, y aun cuando experimentalmente se han obtenido rendimientos de hasta 73 t·ha⁻¹ (Ayala, 2002), el rendimiento nacional es muy inferior a los

obtenidos en España (42.9 t·ha⁻¹), Francia (40.0 t·ha⁻¹) y Países Bajos (55.0 t·ha⁻¹) (FAO, 2001). México ocupa el primer lugar de exportación con 237,142 t en 1998, seguido por España 109,537 t y Nueva Zelanda 75,340 t, de un total de 497,256 t exportadas en el mundo (Anónimo, 1999). En los años noventa, México exportó el 44.2 % del total mundial.

El manejo agrícola de la calabacita es conocido, pero no la fisiología relacionada con su crecimiento y rendimiento. Un método conveniente para estudiar tales aspectos es el análisis del crecimiento, el cual requiere primordialmente de dos tipos de mediciones: el peso seco de la planta y el área foliar (Beadle, 1988). El análisis del crecimiento también permite evaluar la distribución de biomasa y calcular índices de eficiencia del crecimiento, como la tasa de crecimiento relativo (TRC), tasa absoluta de crecimiento (TAC), y la tasa de asimilación neta (TAN) (Hunt, 1978).

En *Cucurbita moschata*, Chen-Yuan *et al.* (1997) encontraron que el fruto alcanza su pico de acumulación de materia seca a los 30 días después de la floración (ddf), y que el crecimiento en área foliar correlaciona con el de los pesos fresco y seco.

El análisis de crecimiento también sirve para estudiar las relaciones entre la fuente y la demanda, ya que la TAC se aplica para estimar la fuerza de la demanda y la TRC para estimar la actividad de la demanda, mientras que el tamaño de la fuente de fotoasimilados está representado por el área foliar y su actividad por la tasa fotosintética unitaria (Ho *et al.*, 1989).

En maíz (*Zea mays* L.) más de 90 % de la biomasa acumulada en los granos se deriva de los fotoasimilados producidos en las hojas durante el llenado del grano, y que son transportados directamente a ellos, por lo que la fotosíntesis después de la polinización es importante para la producción de grano (Tanaka y Yamaguchi, 1977).

En calabacita, Stephenson *et al.* (1988) detectaron que la fuerza de demanda del fruto y la competición entre frutos dependen del número de semillas, puesto que a mayor número de semillas los frutos alcanzan mayor tamaño. En esta misma especie, El-Keblawy y Lovett Doust (1996) encontraron que la remoción de frutos inmaduros induce la formación de más flores y frutos, mientras que la presencia de un fruto en crecimiento inhibe la producción de flores.

El objetivo de la presente investigación fue identificar la dinámica del crecimiento de las plantas de calabacita y conocer la distribución de biomasa entre sus órganos aéreos, para así estimar la eficiencia fisiológica del cultivo y sus relaciones fuente-demanda.

MATERIALES Y MÉTODOS

La calabacita híbrido 'Tala' se evaluó durante dos años: el 4 de junio de 1999 y el 15 de mayo del 2000, en condiciones de riego, en lotes de 100 m² en el Campo Experimental del Colegio de Postgraduados, en Montecillo, Texcoco, México. El campo está ubicado a 19° 29' LN y 98° 53' LW, a 2250 msnm, cuyo clima es templado, el más seco de los subhúmedos con oscilación térmica entre 5 y 7 °C y régimen térmico tipo ganges; tal clima es clasificado como C (w₀) (w) b (i')g por García (1981). El suelo usado en el primer ciclo es un fluvisol mólico del grupo denominado "Aquic Haplustoll"; en el segundo año el suelo es un vertisol dístico del grupo "Typic Haplustler" (USDA, 1994).

La siembra se hizo en surcos de 80 cm y con una distancia entre plantas de 60 cm, para una densidad de 20,800 plantas por hectárea. Se fertilizó con la fórmula 200 N – 00 P – 60 K, preparada con urea y superfosfato de calcio triple; la mitad del N y todo el K se aplicaron en la siembra y la otra mitad de N se aplicó en la primera escarda, 24 días después de la siembra. Se dieron diez riegos de aproximadamente 15 cm de lámina cada uno, el primero de presiembra y los siguientes cada diez días. El control de malezas se hizo manualmente con azadón, y no hubo necesidad de controlar plagas ni enfermedades.

El análisis del crecimiento se hizo con el método de Hunt (1990), con base en muestras tomadas en forma aleatoria durante cada ciclo biológico. En el primer ciclo y a partir de los 26 dds, se hicieron cinco muestreos de cuatro plantas cada uno, de plantas cortadas a ras de piso, cada 14 días. En las plantas muestreadas se midió área foliar verde con un integrador LI-3100 (LI-COR, Inc. Lincoln, NE, EUA), peso fresco y peso seco (previo secado a 70 °C por 72 h, hasta peso constante) de tallo, hojas y fruto previamente disecados con navaja. En adición, se hicieron ocho muestreos de frutos inmaduros cada tres días a partir de los 43 dds, en plantas intactas etiquetadas, hasta la etapa de fruto inmaduro (verdura), que se consideró cuando recién caen los pétalos; en estos frutos se registró peso fresco y peso seco. También se hicieron mediciones semanales de las tasas de asimilación de CO₂ neta y de transpiración, al medio día, a pleno sol, en la hoja madura más joven, con un analizador de gases al infrarrojo LI-6200 (LI-COR, Inc. Lincoln, NE, EUA).

En el segundo ciclo de evaluación el manejo del cultivo fue similar, excepto que sólo se aplicó riego de presiembra, ya que la abundancia de lluvias hizo innecesario aplicar riegos posteriores. En este caso se hizo un estudio más detallado de la dinámica del crecimiento del fruto, en sus dos etapas de cosecha, a fruto inmaduro y a fruto con semilla madura, esta última cuando ocurrió la máxima acumulación de biomasa en el fruto. Se tomaron muestras de los órganos reproductores en 18 muestreos sucesivos cada 12 horas, de cuatro plantas cada una, a partir de la fase de botón floral de 3 cm hasta la de frutos inmaduros; en ellos

se midió peso fresco y seco. Posteriormente se realizaron ocho muestreos, uno cada siete días y de cuatro plantas cada uno, desde fruto inmaduro hasta fruto en madurez fisiológica, en los que se midió peso fresco, peso seco, y se contaron todos los frutos presentes en cada planta, vivos y abortivos. Al final del ciclo biológico se muestrearon 50 frutos maduros, en los cuales se registró el número de semillas por fruto, peso fresco y peso seco de fruto y semillas.

Con los datos registrados se estimaron TAC, TRC y TAN. La TAC se expresó en $g \cdot d^{-1}$ y se calculó mediante la fórmula: $TAC = (P_2 - P_1) / (t_2 - t_1)$, donde P_1 y P_2 son los pesos en los tiempos 1 y 2, respectivamente; la TRC se expresó en $g \cdot g^{-1} \cdot d^{-1}$, y representa la proporción de la biomasa que realiza actividad meristemática (González *et al.*, 1986), y se calculó con la fórmula: $TRC = (\ln P_2 - \ln P_1) / (t_2 - t_1)$; la TAN se expresó en $g \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$, y se calculó mediante la fórmula: $TAN = (P_2 - P_1) (\ln A_2 - \ln A_1) / (A_2 - A_1) (t_2 - t_1)$, donde P_1 y P_2 ; A_1 y A_2 son los pesos y las áreas en los tiempos 1 y 2 (Hunt, 1978).

Las curvas de crecimiento se trazaron mediante el programa de Excel (Microsoft Excel), y se realizaron análisis de varianza (ANOVA) con el programa estadístico (SAS, 1999) para verificar diferencias entre muestreos, bajo un diseño experimental completamente al azar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dinámica del crecimiento

La dinámica de acumulación de biomasa de la planta total y de sus órganos, excepto en el tallo, fue sigmoideal (Figura 1a). Esta dinámica de crecimiento es similar a la del cilantro (*Coriandrum sativum*), según reportaron Hernández *et al.* (1999), y a la de *Cucurbita moschata* según Chen-Yuan *et al.* (1997). Además, coincidió con la dinámica sigmoideal planteada por Salisbury y Ross (1994) y por Gardner (1985) para las plantas en general. Las hojas fueron los órganos aéreos que crecieron por más tiempo y acumularon más biomasa, de manera que el follaje representó 59.4 % de la biomasa total, a los 69 dds.

Se detectó una fase de crecimiento lento ($0.049 g \cdot d^{-1}$) en todos los órganos aéreos, desde la siembra hasta los 26 dds. Aunque en este trabajo no se midió la raíz, se postula que en ese lapso la plántula desarrolla más la raíz, para procurar un mejor anclaje y suministro de nutrientes y agua. Después de la fase lenta, ocurre una aceleración del crecimiento hasta alcanzar un máximo de $6.58 g \cdot d^{-1}$ a los 69 dds. El tallo continuó con un crecimiento lento durante el periodo estudiado, y su biomasa final fue de apenas 6.5 % del total. La producción del fruto inició hasta los 56 dds, y creció muy rápido ($2.22 g \cdot d^{-1}$) hasta los 69 dds, para después reducir su tasa a $0.68 g \cdot d^{-1}$. Es de destacarse que durante toda su formación, los frutos compiten por fotoasimilados con las hojas (Figura 1a), ya ambos órganos

crecen simultáneamente. A los 85 dds los frutos en etapa de verdura representan 29.5 % del total de biomasa seca acumulada, que significa un bajo índice de cosecha, en comparación con otras especies. El área foliar verde alcanzó un valor máximo a los 69 dds, pero en los siguientes 20 días ocurrió la caída de todas las hojas (Figura 1b), lo que evidencia un rápido proceso de senescencia foliar. Esta dinámica parece no tener la fase lineal ni la estacionaria, como las que se presentaron en biomasa.

Relaciones fuente-demanda

En concordancia con la cinética de biomasa, la tasa absoluta de crecimiento (TAC) del dosel, correspondiente a la fuerza de demanda (Ho *et al.*, 1989), presentó una fase lenta desde la siembra hasta los 13 dds, para luego continuar con la fase exponencial y de desaceleración, al término de los cuales (62 dds) alcanzó su máximo valor ($6.58 g \cdot d^{-1}$). Posteriormente ocurrió una acelerada disminución de la TAC hasta cero (Figura 2a). La TAC también carece de una fase estacionaria, y presenta una curva asimétrica. La TAC del fruto también presentó su máximo ($2.5 g \cdot d^{-1}$) en esa fecha (62 dds), y fue apenas un tercio de la TAC del dosel completo. La muy breve duración del máximo valor de la TAC, concuerda con Torres (1984) quien señaló que la TAC puede alcanzar un máximo en un tiempo corto o mantenerse por un periodo mayor, según la especie.

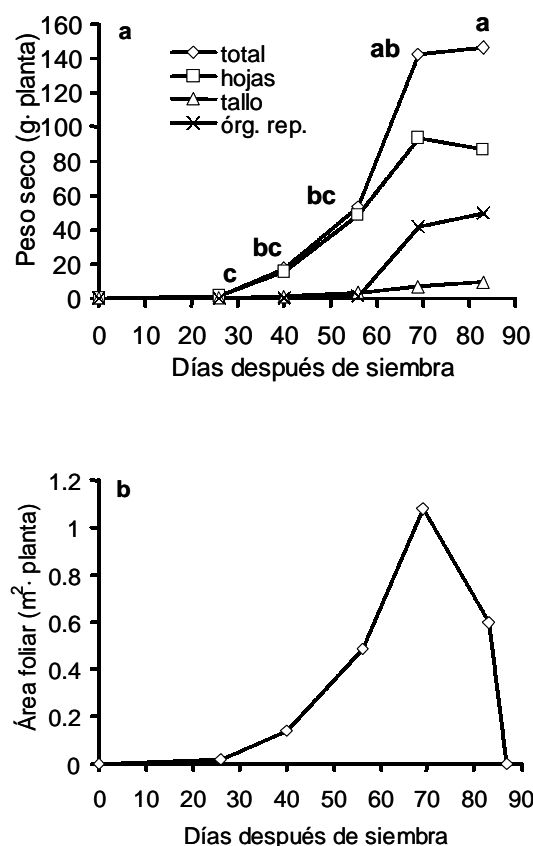


FIGURA 1. Distribución de biomasa en la parte aérea y dinámica de crecimiento foliar de la planta de calabacita híbrido 'Tala'. Letras diferentes en (a) indican diferencias significativas entre muestreos, según prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

En contraste con la TAC, el máximo valor de TRC, que según Ho *et al.* (1989) equivale a la actividad de la demanda ($0.18 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$) del dosel, se alcanzó a los 33 dds (Figura 2b).

Después, al igual que en otras especies, la TRC decreció continuamente con la edad, atribuible a la reducción proporcional del tejido meristemático en la planta, según González *et al.* (1986). De los 48 a los 62 dds, cuando ocurrió el desarrollo acelerado de frutos, la TRC del dosel tendió a mantenerse constante, pero después baja casi a cero a los 76 dds, coincidente con la etapa de senescencia foliar. La progresiva disminución de la TRC de la planta desde los 33 dds, coincide con la cinética de TRC planteada por Hunt (1978).

El fruto alcanzó su mayor valor de TRC y de actividad de demanda, a los 62 dds ($0.24 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$), fecha en que supera en 33 % al máximo que alcanza el dosel completo. Es decir, en esta edad el fruto presenta la mayor actividad de demanda, en comparación con los otros órganos de la planta. A diferencia de la parte aérea, en el fruto las máximas TAC y TRC ocurren en la misma edad (Figura 2a y 2b).

La tasa de asimilación neta (TAN), que se puede considerar un estimador de la actividad fotosintética, fue creciente en los primeros 33 dds, fecha en que alcanzó su máximo valor ($15.75 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$); en seguida, se redujo drásticamente, excepto de los 48 a los 62 dds, periodo en que los frutos crecen más rápido (Figura 2c). Después de 62 dds, la TAN decreció de nuevo muy rápido, atribuible a la senescencia foliar. La TAN mostró un comportamiento similar al de la TRC, que concuerda con la cinética de TAN descrita por Hunt (1978), pero que en calabacita se acentúa por la rápida senescencia foliar a partir de los 69 dds.

Eficiencia de crecimiento del fruto

En el periodo desde botón floral hasta antesis, la flor femenina presenta una dinámica doble sigmoideal con una fase lenta relativamente larga, 50 % del periodo evaluado (Figura 3a). La flor creció más rápido ($0.6 \text{ g}\cdot\text{d}^{-1}$) el día anterior a antesis, y durante la antesis las flores crecen a una tasa de $0.220 \text{ g}\cdot\text{d}^{-1}$. Después de antesis, el fruto crece aún más rápido ($1.08 \text{ g}\cdot\text{d}^{-1}$), hasta alcanzar la fase de cosecha en fresco como verdura, a los 51 dds. Ello implica que el fruto representa una fuerza de demanda mayor (casi el doble) que la flor. Es decir, la fuerza de demanda de la flor es inferior (56 %) de la TAC del fruto joven, cuya TAC va en continuo aumento de floración hasta la etapa de fruto tierno para verdura (Figura 3b).

En consecuencia, el índice de cosecha de la calabacita cosechada como verdura es de apenas 0.29, muy bajo

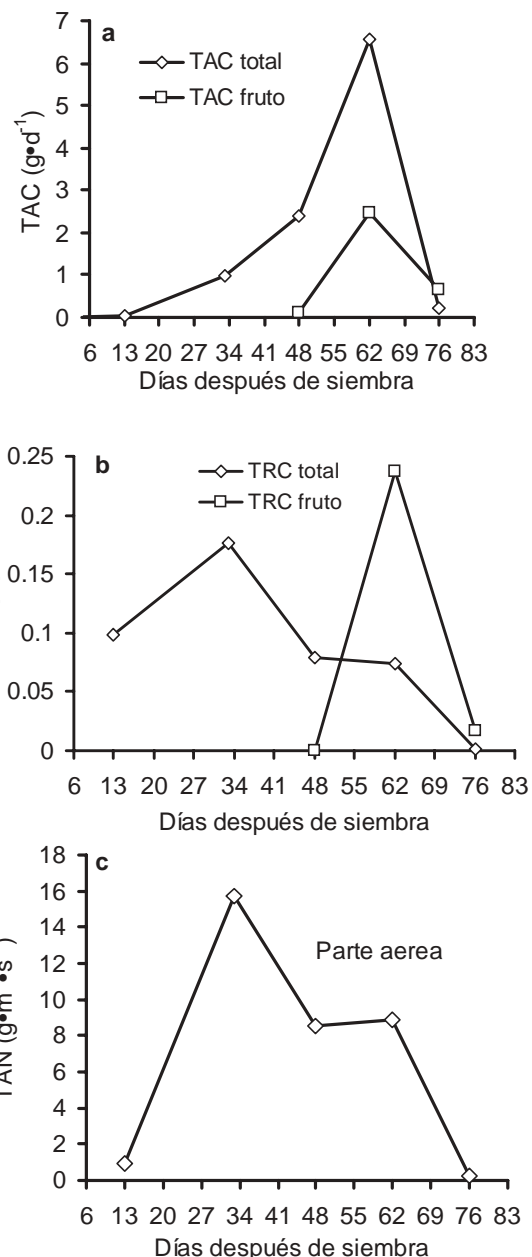


FIGURA 2. Tasa absoluta de crecimiento (a), tasa relativa de crecimiento (b) y tasa de asimilación neta (c) de la parte aérea y del fruto de la planta de calabacita

comparado con el de trigo (*Triticum aestivum* L.) que es de 0.60, con maíz (*Zea mays* L.), con soya (*Glycine max* L.), y con chile manzano (*Capsicum pubescens* R y P).

En los órganos reproductores la máxima tasa relativa de crecimiento (TRC) y máxima actividad de demanda, ocurrió de 45 a 47 dds ($0.85 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$), que casi duplica la TRC de fruto verdura ($0.46 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$) y casi quintuplica la TRC de flor abierta ($0.18 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$) (Figura 3c). Esto significa que la flor en formación posee mayor actividad de demanda

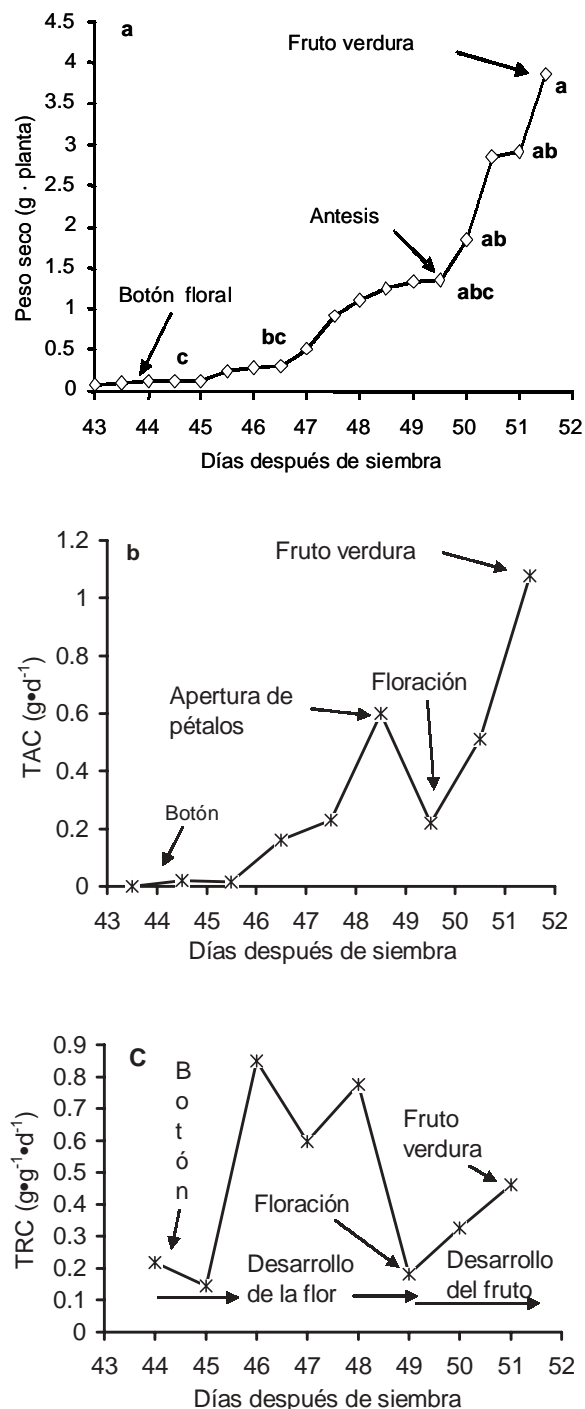


FIGURA 3. Dinámica de crecimiento (a), tasa absoluta de crecimiento (b) y tasa relativa de crecimiento (c), desde botón floral hasta fruto inmaduro de calabacita. Letras diferentes en (a) indican diferencias significativas entre muestreos, según prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

que el fruto joven, pero éste supera a la flor en fuerza de demanda (Figura 3b).

Si no se cosechan los frutos tiernos, la planta mantiene un promedio de 12 frutos en formación, desde

los 51 a los 78 dds, pero todos abortan excepto el primero que permanece hasta los 99 dds. Esto pone de manifiesto que el primer fruto domina a los demás, posiblemente como demanda de asimilados. El aborto de frutos en calabacita, inducido por la fuerte demanda de asimilados del primer fruto, también fue detectado por El-Keblawy y Lovett-Doust (1996) y Stephenson *et al.* (1988) quienes señalaron que mantener los frutos hasta madurez induce el aborto de frutos jóvenes. Ello evidencia que la remoción o cosecha de frutos tiernos favorece la formación de otros y un mayor rendimiento de los mismos. Sin embargo, para alargar aún más el periodo de cosecha y aumentar tanto el rendimiento de fruto como el índice de cosecha, sería necesario alargar la longevidad de las hojas para procurar un mayor ciclo productivo con fotosíntesis.

En los frutos llevados hasta la formación de semillas, la madurez fisiológica se alcanzó a los 79 dds, cuando ocurrió la máxima acumulación de biomasa (88 g por fruto), que equivale al doble de biomasa producida por todos los frutos inmaduros, cuando éstos son los que se cosechan. La madurez fisiológica ocurrió a los 29 días después de antesis. De los 79 dds a los 99 dds el fruto casi no crece, y en los últimos siete días el fruto empieza a perder peso, cuando ocurre también la fase senescente del área foliar.

Intercambio de gases en las hojas

La tasa instantánea neta de asimilación de CO_2 foliar aumentó con la edad hasta un máximo de $32 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ de CO_2 en el día 47 dds (unos dos días antes de floración); luego decrece a $17 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ de CO_2 a los 68 dds (Figura 4a). En cambio, la tasa de transpiración mostró una tendencia creciente durante el ciclo, al presentar su valor máximo a los 68 dds, con $9.88 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ de H_2O (Figura 4a). Por tanto, la eficiencia en el uso del agua (Asimilación de CO_2 /Transpiración) se redujo con la edad de la planta. La conductancia (g_s) mostró un comportamiento similar al de la transpiración (Figura 4b), lo que sugiere que la conductancia constituyó el principal factor de control de la transpiración, excepto a los 47 dds, fecha en que hubo una alta g_s acoplada con una baja transpiración, lo que pudo deberse a un bajo déficit de vapor en el aire.

Rendimiento de fruto y semillas

En los frutos que se dejaron madurar, las semillas representaron 32 % del peso seco total del fruto, pero apenas 2.9 % del peso fresco (Cuadro 1), lo cual se debe a que en el fruto existe mayor contenido de agua en el pericarpio que en las semillas. El fruto maduro tiene un diámetro promedio de 9.9 cm un grosor de pulpa de 2.2 cm y 255 semillas.

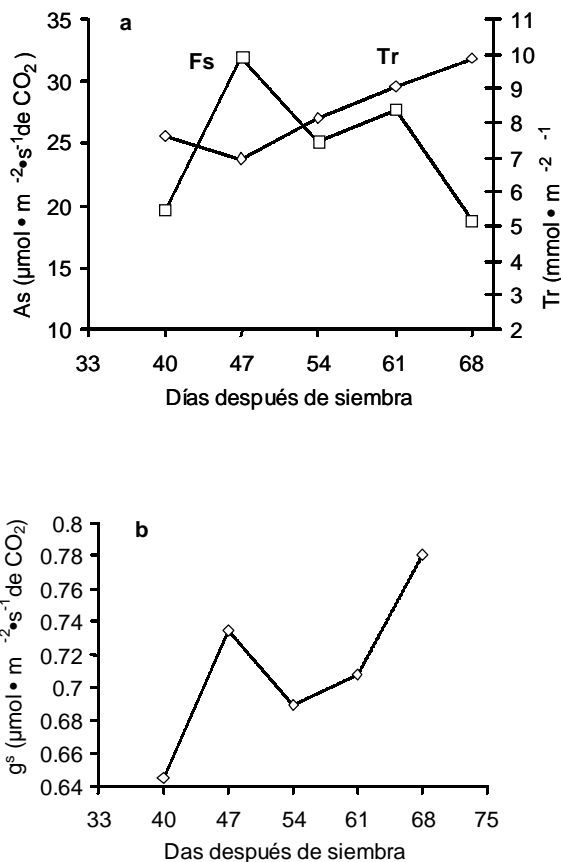


FIGURA 4. Tasas de asimilación de CO₂ (As) y transpiración foliar (Tr) (a) y conductancia estomática (g_s) (b), en la planta de calabacita durante las horas de máxima irradiación, al medio día.

CUADRO 1. Peso fresco y seco de frutos y semillas, por planta de calabacita.

	Fruto a Madurez Fisiológica	Peso de semillas por fruto	Porcentaje de peso de semillas
Peso fresco (g)	1635.17	47.735	2.92
Peso seco (g)	74.493	23.86	32.03

El rendimiento de fruto verdura fue de 21,794 kg•ha⁻¹, en tanto que el de fruto maduro fue de 34,008 kg•ha⁻¹ (Cuadro 2).

CUADRO 2. Rendimiento de fruto verdura y de fruto maduro de calabacita, por planta y por ha.

	Fruto inmaduro	Fruto maduro
Frutos cosechados por planta	7.25	1
Peso fresco fruto (kg•planta ⁻¹)	1.05	1.63
Rendimiento en peso fresco fruto (kg•ha ⁻¹)	21.794	34.008
Rendimiento en peso seco semilla (kg•ha ⁻¹)	0	680

CONCLUSIONES

La biomasa aérea producida por la planta de calabacita es asignada principalmente a las hojas, lo que redonda en un bajo índice de cosecha, que es de apenas 29.5 % para fruto verdura y de 36 % para fruto maduro. El área foliar presentó un valor máximo a los 69 dds, seguido inmediatamente por una rápida reducción hasta la defoliación total, de manera que la acumulación de biomasa en el fruto depende de una área foliar decreciente y de una continua competición por fotoasimilados con el tallo. El crecimiento de la flor femenina es lento, pero el del fruto es rápido. El primer fruto formado ejerce un fuerte dominio sobre los demás, atribuible a una mayor capacidad de demanda de fotoasimilados, que provoca el aborto de los otros frutos de la planta.

LITERATURA CITADA

- AYALA T., F. 2002. Híbridos de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) cultivados bajo casa sombra. Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitogenética. 1 al 5 de septiembre. Saltillo, Coahuila, México. p. 177.
- ANÓNIMO. 1999. Producción de calabazas y frijol. Revista Claridades Agropecuarias 76: 1-36.
- BEADLE, C. L. 1988. Análisis del Crecimiento Vegetal, pp. 17-20. In: Técnicas en Fotosíntesis y Bioproduktividad. COOMBS, J.; HALL, D. O., LONG, S. P.; SCURLOCK J. M. (eds.). Ed. Futura. Texcoco, México.
- CHEN-YUAN, M.; CUI-SHI, M.; WANG-RUO, Q.; HAN-FENG, Y.; CHEN, Y. M.; CUI, S.M.; WANG, R. Q.; HAN, F. Y. 1997. Studies on fruit development law of seed pumpkin during the fruiting stage. Acta Agriculturae Boreali Sinica 12(1): 72-76.
- EL-KEBLAWY, A.; LOVETT-DOUST, J. 1996. Resource re-allocation following fruit removal in cucurbits: patterns in two varieties of squash. New Phytologist 133 (4): 583-593.
- FAO, 2001. Superficie, producción y rendimiento de calabazas en el mundo. <http://www.fao.org>
- GARCÍA, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. (Para adaptarlo a las condiciones de la república Mexicana). Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. D. F., México. 252 p.
- GARDNER, F. P.; PEARCE, R. B.; MITCHELL, R. L. 1985. Physiology of Crop Plants. Iowa State University Press. Ames, Iowa, USA. 327 p.
- GONZÁLEZ H., V. A.; LIVERA, M. M.; MENDOZA O., L. E.; BARRERA O., C. 1986. Crecimiento y desarrollo de sorgos contrastantes en vigor y precocidad. Revista Fitotecnia Mexicana 8: 95-110.
- HERNÁNDEZ, D. J.; ZAVALA G., F.; GUZMÁN B., H. 1999. Análisis de crecimiento en cilantro (*Coriandrum sativum* L.) establecidos en diferentes ambientes. Programa y Notas Científicas del VIII Congreso de Horticultura 25 al 30 de abril. Manzanillo, Colima, México. p. 117.
- HO, L. C. 1988. Metabolism and compartmentation of imported sugars in sink organs in relation to sink strength. Ann Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 39: 355-378.
- HO, L. C.; GRANGE, R. I.; SHAW, A. F. 1989. Source/sink regulation, pp. 306-343. In: Transport of Photoassimilates. BAKER, D.; MILLBURN, J. A. (eds.). Longman Scientific and Tech-

- nical. Essex, U K.
- HUNT, R. 1978. Plant Growth Analysis. Studies in Biology No. 96. Edward Arnold. The Camelot Press Ltd. Southampton, UK. 167 p.
- HUNT, R. 1990. Basic Growth Analysis. Unwinn Hyman. London, UK. 132 p.
- USDA. 1994. Claves para la Taxonomía de Suelos. ORTIZ, S. C. A.; GUTIÉRREZ, C. M. C. (Trad.). Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Publicación Especial 3. Chapingo, México. 306 p.
- SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. 1994. Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica. D. F., México. 759 p.
- SAS. 1999. SAS System for windows V8. SAS Institute Inc., Cary, NC. USA.
- STEPHENSON, A. G.; DEVLIN, B.; HORTON, J. B. 1988. The effects of seed number prior fruit dominance on the pattern of fruit production in *Cucurbita pepo* (Zucchini squash). Annals of Botany 62(6): 653-661.
- TANAKA, A.; YAMAGUCHI, J. 1977. Producción de Materia Seca, Componentes de Rendimiento de Grano de Maíz. KOHASHI S., J. (trad.). Rama de Botánica, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 128 p.
- TORRES DE LA N., W. 1984. Análisis del Crecimiento de las Plantas. INCA. Cultivos Tropicales. La Habana, Cuba. 38 p.