

# ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DE RÚGULA (*Eruca sativa* Mill.) EN LA SABANA DE BOGOTÁ, BAJO DOS CONDICIONES AMBIENTALES

## GROWTH ANALYSIS OF ARUGULA (*Eruca sativa* Mill.) IN THE SABANA OF BOGOTA UNDER TWO ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Fernando Colorado<sup>1</sup>, Dolly Rodríguez<sup>2</sup>, Jairo Cortés<sup>3</sup>

<sup>1</sup> M.Sc. Profesor titular. Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A fcolorad@udca.edu.co; <sup>2</sup> Ingeniera Agrónoma dpanchis@hotmail.com; <sup>3</sup> Ingeniero Agrónomo, dongortes@hotmail.com

Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 13 (1): 105-113, 2010

### RESUMEN

La rúgula es una hortaliza que ha empezado a despertar interés como producto gourmet, por sus porciones comestibles en fresco, las hojas jóvenes; sin embargo, falta desarrollar tecnología para su producción y conocer sus características de crecimiento y desarrollo en nuestro medio. Se buscó, por lo tanto, establecer los índices de crecimiento de la especie, tales como área foliar, peso fresco y peso seco; elaborar las tasas de crecimiento para dos ambientes, es decir, tasa de crecimiento relativo, tasa de crecimiento del cultivo, tasa de asimilación neta e índice de área foliar; elaborar las curvas de crecimiento y establecer las ecuaciones matemáticas que mejor ajustarán la relación entre índices y condiciones ambientales. Se sembraron 972 plantas de *Eruca sativa* Mill. en invernadero y a libre exposición durante dos ciclos, en el segundo semestre de 2006, en la Unidad Docente Investigativa de la U.D.C.A. Se tomaron muestras destructivas cada 15 días sobre plantas en competencia completa, para obtener la información de los índices de crecimiento y muestras de seguimiento, para elaborar las tasas de crecimiento. Se obtuvo la información ambiental, para construir las ecuaciones matemáticas. La información recolectada se sometió a una prueba de "t", utilizando el SAS, para determinar posibles diferencias en las variables. Los resultados dieron un mejor comportamiento de la

rúgula bajo invernadero, ya que las principales tasas de crecimiento presentaron un mejor desempeño. Las condiciones ambientales ejercieron una influencia importante en el crecimiento vegetal. Se recomienda sembrar rúgula bajo invernadero, por las mejores condiciones para su crecimiento.

Palabras clave: Rúgula, gourmet, tasas de crecimiento, invernadero, libre exposición.

### SUMMARY

Arugula is a horticultural species that has provoked interest as a gourmet product, being the edible portions the fresh young leaves. The development of its production technology, the knowledge of its growth and development for tropical conditions are lacking. According to these aspects, the following objectives were proposed: establishment of the growth indices, the leaf area, the fresh and dry weight; determination of growth rates for both environments: relative growth rate, rate of crop growth, net assimilation rate, leaf area index; ascertainment of growth curves and the mathematical equations that best fit the relationship between growth rates and environmental conditions. 972 plants of *Eruca sativa* Mill. were placed under greenhouse and free exposure conditions, during two cultivation cycles, during the second term of 2006 at

the U.D.C.A,s Teaching-Research area. For the growth indices data, each 15 days destructive samples were taken from plants in complete competition; equally, to obtain information on the growth rates, continuous samples were obtained. Environmental information was captured to construct the mathematical equations. The collected information to determine possible differences in the growth variables was submitted to a "t" test, using SAS. The results showed a better performance of arugula under greenhouse conditions, since the main achieved growth rates were enhanced. Environmental conditions had a major influence on plant growth. Greenhouse conditions are recommended for planting arugula, since they represent optimal growth conditions.

Key words: Arugula, gourmet, growth rates, greenhouse, outdoors.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos 15 años, se ha presentado un cambio en las tendencias de consumo de frutas y de hortalizas en el mundo occidental, básicamente, por motivaciones de salud y de bienestar. Hoy en día, se consumen en fresco, sin procesamiento, adicionando, a la dieta, especias y plantas medicinales. En Colombia, se producen todas ellas en diferentes regiones del país, debido a su diversidad de ambientes. Se consumen diferentes hortalizas, como brócoli, lechuga, tomate, cebollas, ajo, acelga, producidas principalmente en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y el oriente antioqueño.

El sector hortofrutícola nacional se está preparando para afrontar los retos comerciales del momento y para ello, se está implementando el plan frutícola y hortícola, que buscan mejorar la competitividad del país en estos sectores. Por ejemplo, en Estados Unidos, se cultivan dentro de diversas especies hortícolas la rúgula en pequeña escala y en el estado de California, su comercialización se realiza como cultivo orgánico, en supermercados especializados (Evans *et al.* 2001). Igualmente, en Brasil, Cavallaro *et al.* (2009), reportan producción en el Estado de Sao Pablo.

La rúgula es una especie nueva en el país, poco se conoce acerca de su consumo y de su producción, adaptada a las condiciones de la Sabana de Bogotá, ya sea a libre exposición o bajo invernadero. Filgueira (2000), citado por Grangeiro *et al.* (2005), afirma que

se desarrolla bien en clima medio, ya que en ambientes cálidos tiende a florecer, rápidamente emitiendo, un pedúnculo floral. Las porciones comestibles de la planta en fresco son las hojas jóvenes, de consumo crudo o cocinado. Existen formas domesticadas, de las cuales, se extrae un aceite de sus semillas, con altos contenidos de ácido erúgico, para la industria (Bennett *et al.* 2007). Las hojas poseen un sabor picante característico, debido a su contenido de glucosianatos dependiendo de la diversidad genética y de las condiciones ambientales (Morales *et al.* 2006). Se han reportado altos contenidos de vitamina C y propiedades medicinales, entre las que se incluyen: anti-inflamatorias, diuréticas y sobre la buena circulación sanguínea (Bennett *et al.* 2007).

Dependiendo del manejo al cultivo varía su ciclo en campo, puesto que se puede trabajar por cortes, los cuales, se pueden realizar hasta tres por ciclo o una sola cosecha por siembra. Muchos cultivadores realizan el corte de la hoja dos o tres veces durante el tiempo de desarrollo, permitiendo realizar varias cosechas (Evans *et al.* 2001); dicho procedimiento, se lleva a cabo mediante cortes de la lámina foliar y el pecíolo a nivel del suelo. Carneiro *et al.* (2008) afirman que la producción de rúgula se puede desarrollar en ambientes protegidos utilizando sistemas NFT (Nutrient Film Technique), aunque su costo es elevado. Morales & Janick (2002), sostienen que la cosecha se puede iniciar entre los 20 y 27 días después de trasplante, para continuar cosechar secuencialmente.

Matheron *et al.* (2001), en estudios llevados a cabo en la Universidad de Arizona, registraron el uso de la rúgula como repelente de algunas plagas y enfermedades, entre las que se destacan *Epitrix cucumeris*, *Liriomyza sp.*, *Plutella xylostella*, *Trichoplusia ni*, *Spodoptera exigua*, *Peronospora parasítica* y *Xanthomonas campestris*.

Hace falta desarrollar un paquete tecnológico para la producción de rúgula, bajo las condiciones de la Sabana de Bogotá, empezando por conocer sus características de crecimiento y desarrollo, manejo agronómico de la especie, aspectos de producción y productividad y, de forma paralela, todo lo relacionado con comercialización y aspectos de aceptación en el mercado.

De acuerdo a lo anterior, esta investigación planteó establecer los índices y tasas de crecimiento para la especie, elaborar las curvas de crecimiento y determinar

las ecuaciones matemáticas que mejor ajusten la relación entre índices de crecimiento y condiciones ambientales, temperatura y humedad relativa, en dos ambientes de la Sabana de Bogotá.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio, se llevó a cabo en la unidad El Remanso, de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, en el segundo semestre de 2006, ubicada en la localidad de Suba, en Bogotá D.C, a una altitud de 2540msnm. La zona pertenece a un bosque seco montano bajo, según la clasificación de Holdridge. El lote de trabajo fue de 60m<sup>2</sup> a libre exposición e igual área bajo invernadero. Se realizaron dos ciclos de siembra en cada uno de los ambientes, con una duración de ocho semanas desde el transplante; ciclos comprendidos entre agosto y finales de diciembre.

Para conocer las condiciones físicas y químicas del suelo del trabajo y diagnosticar su posible influencia en el crecimiento vegetal, se tomó una muestra de suelo al iniciar el primer ciclo en ambos ambientes; las muestras, se rotularon y se enviaron al laboratorio, para el análisis correspondiente y la determinación de elementos mayores y menores.

Las plántulas fueron adquiridas en el C. I. de la Universidad Jorge Tadeo Lozano. Se sembraron 972 plántulas utilizando una plantilla para manejar las distancias de 22cm entre plantas y entre hileras, para una densidad de siembra de 17 plantas por m<sup>2</sup>. Se repusieron plantas para no interferir con la densidad, una vez cosechadas las plantas de muestreo destructivo. Para ello, se sembraron plantas en un lote anexo al lugar de investigación, con las mismas condiciones anteriores. El ensayo, se manejó agrónomicamente efectuando labores de deshierbas, riegos y aporque. No se aplicaron sustancias orgánicas o químicas para la protección fitosanitaria.

El trabajo evaluó variables directas de crecimiento: peso fresco y peso seco total, peso de raíces y de la parte aérea, longitud de la parte aérea, número de hojas y área foliar y variables indirectas de crecimiento: tasa de crecimiento absoluto (TCA), tasa de crecimiento relativo (TCR), tasa de crecimiento del cultivo (TCC), tasa de asimilación neta (TAN), índice de área foliar (IAF), duración de área foliar (DAF).

Con la información anterior, se construyeron curvas de crecimiento relacionadas con las variables de estudio y se determinaron las ecuaciones matemáticas, que mejor ajustaron la relación entre variables.

Buscando correlacionar los índices de crecimiento obtenidos con las condiciones de ambiente presentes durante el ensayo, como posibles variables influyentes en el crecimiento vegetal, se tomó la siguiente información diariamente: temperatura y humedad relativa bajo invernadero, con el empleo de un higrotermómetro, colocado a 2m de altura del suelo; los datos a libre exposición, temperatura y precipitación, se tomaron de la estación experimental de la finca Inversiones Morcote, empresa de flores aledaña al sitio de experimentación.

Para tomar la información correspondiente de las variables de estudio, se identificó un número determinado de plantas en campo, de forma aleatoria, para tener dos tipos de muestreo, uno de seguimiento y otro destructivo.

Con el muestreo de seguimiento, se registró información de las siguientes variables: área foliar, longitud de la parte aérea y número de hojas. Con el muestreo destructivo, se consignó información de peso fresco y peso seco. La lectura de las variables a evaluar, se hizo semanalmente a cada una de las plantas seleccionadas, para posteriormente trabajar con los promedios resultantes de los muestreos semanales. Una vez cosechada la planta con una balanza analítica marca Ohaus, se anotó el peso fresco total, hojas y raíces. Después de tomado este dato de cada una de las estructuras de la planta (raíz y parte aérea), el material vegetal se depositó en bolsas de papel, para ser secado en una estufa de 400kg de capacidad, a de 70°C, durante 48 horas, de acuerdo a metodología aplicada por Cabezas (2001).

El área foliar, se determinó empleando la metodología del cm<sup>2</sup>, que consiste en tomar un centímetro cuadrado de hoja, pesarlo y extrapolar al peso total de las hojas (Cabezas, 2001). La longitud de la parte aérea, se midió en cm utilizando una regla, desde la base hasta el ápice de la planta; el número de hojas, se obtuvo mediante conteo manual de hojas verdaderas. Con la información de campo, se construyeron los índices desde la semana uno, después de transplante, hasta la semana ocho del cultivo.

Para los muestreos destructivos se tomaron 20 plantas al azar, semanalmente, para un total de 160 plantas por ciclo, sobre la población total, para cada uno de los ambientes (16% de la población); el muestreo se realizó en las horas de la mañana; una vez efectuada la lectura, se repuso la planta. Para los muestreos de seguimiento, se identificaron aleatoriamente 50 plantas en cada uno de los ambientes (5% la población); las lecturas, se realizaron también en las horas de la mañana.

La información recolectada de las diferentes variables de estudio, en los dos ciclos de siembra y en ambos ambientes, se sometió a una prueba de “t”, con un nivel de confianza del 95%, para determinar posibles diferencias en las variables de crecimiento; lo anterior utilizando el paquete estadístico SAS. Se establecieron curvas y ecuaciones de crecimiento buscando la relación entre las variables de crecimiento y las condiciones ambientales.

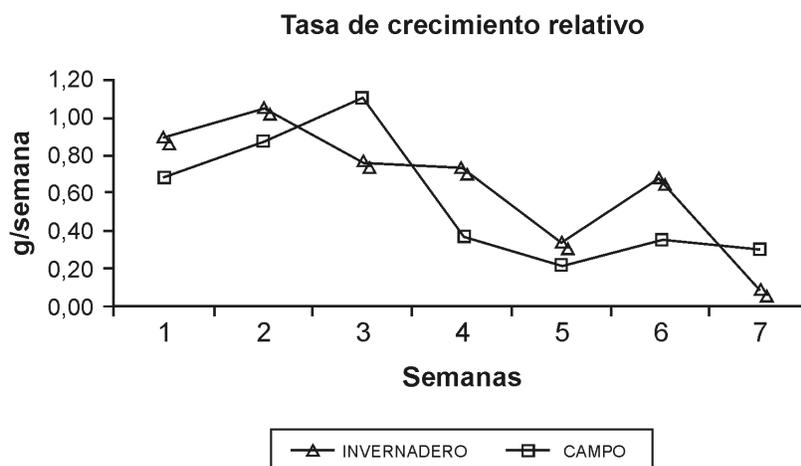
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Peso fresco total y peso seco total:** El análisis estadístico determinó diferencias significativas al 5% entre ambientes, para las variables peso fresco total y peso seco total; la planta acumula más materia seca bajo condiciones de invernadero que a libre exposición. Se observó que el mayor peso fresco total se presentó bajo condiciones de invernadero, marcando la diferencia a partir de la tercera semana y obedece a que, bajo condiciones de invernadero, los procesos metabólicos se aceleran por incremento de la temperatura dándose

una mayor velocidad en las reacciones metabólicas; las reacciones bioquímicas se aceleran al aumentar la temperatura, por la acumulación de grados día a lo largo del ciclo de desarrollo, así como las oscilaciones de temperatura que se pueden dar en períodos cortos de tiempo, afectando la fuerza de fosa (vertedero) (Dogliotti, s.f). Bajo las condiciones de la investigación, se pudo determinar el porcentaje de humedad de la especie, que osciló entre el 85 y 91%. Siendo la rúgula una especie que se vende en fresco, la información es útil para el manejo poscosecha, la comercialización, la fijación de pecios e incluso la transformación a la hora de deshidratar el producto y darle valor agregado.

**Área foliar:** No hubo diferencias estadísticamente significativas entre ambientes y entre ciclos; sin embargo, se observó cambios a lo largo del ciclo, que se marcan a partir de la semana tres y siguiendo la tendencia de las anteriores variables, traduciéndose en un mejor desempeño de las tasas de crecimiento, por una mejor eficiencia fotosintética, como se verá más adelante y como argumentan Jarma *et al.* (2006) en un estudio con *Stevia rebaudiana*, en función de la radiación en el caribe colombiano, donde se midió variaciones de la radiación solar y su influencia sobre el crecimiento de la planta, dando como resultado que a mayor tejido foliar la planta es más eficiente en captación de luz.

**Tasa de crecimiento relativo (TCR):** Es el incremento de biomasa por unidad de biomasa y tiempo. La gráfica 1 indica los resultados obtenidos promedio de dos ciclos



Gráfica 1. Tasa de crecimiento relativo del cultivo de rúgula bajo dos ambientes, promedio de dos ciclos de cultivo.

de cultivo para esta tasa, en ambos ambientes. A libre exposición, se presentó la mayor TCR en la semana tres con 1,0g/g semana, dada en incremento en biomasa por unidad de biomasa y tiempo.

En invernadero, se obtuvo la mayor TCR en la semana dos, con 1,05g/g semana; a partir de esa semana, la TCR empieza a disminuir hasta la semana cinco, acorde al desarrollo del cultivo. Lo anterior, se entiende porque a medida que la planta crece su incremento en fitomasa es cada vez menor. Resultados obtenidos por Jarma *et al.* (1999) en habichuela, variando radiación incidente, llegaron a la misma conclusión.

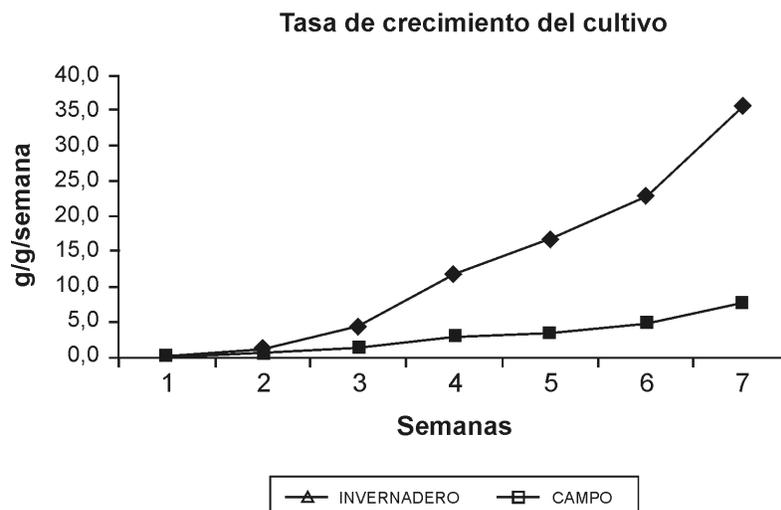
En la gráfica anterior, de igual manera se observa el comportamiento normal de la tasa, en ambos ambientes; sin embargo, es de anotar la diferencia en la pendiente entre las curvas. El decrecimiento fue gradual en invernadero, mientras que, a libre exposición, se acentuó, de la semana tres a la cinco, posiblemente, porque en ese tiempo la planta empezó su proceso de floración, etapa del cultivo que se inició bajo invernadero en la semana seis. Barraza *et al.* (2004), trabajando en tomate, reportaron resultados similares, mostrando una disminución en la TCR, en el período comprendido entre los 45 y 60 días, después del trasplante, en el cual, se presentó el proceso de floración. Los resultados anteriores, se debieron, posiblemente, a que las hojas se convirtieron en fuentes que atendían la demanda de

foto asimilados hacia los nuevos órganos, las flores. Finalmente, esta tasa se puede ver influenciada por la distribución de materia seca o de asimilados, que hace la planta en cada fase de desarrollo.

**Tasa de crecimiento del cultivo (TCC):** La tasa de crecimiento del cultivo es el índice de productividad biológica cuyos valores más altos se reflejan en mayor producción de los órganos de interés para la cosecha; en el caso de la rúgula, teniendo en cuenta que el producto comercial son las hojas, la TCC está ligada al número y tamaño de hojas y está relacionada con el índice de cosecha, contribuyendo a un mayor rendimiento.

La gráfica 2 muestra los resultados obtenidos promedio de dos ciclos de cultivo, para esta tasa, en ambas condiciones del ensayo. Para invernadero, se obtuvo la mayor TCC en la séptima semana, con 9,41g/m<sup>2</sup>/semana y, a libre exposición, también en la séptima semana, con 43,81g/m<sup>2</sup>/semana. La mayor eficiencia productiva de biomasa por unidad de superficie del suelo se presentó bajo invernadero, posiblemente, a que bajo ambientes controlados, la planta de rúgula es más productiva.

El suministro de nutrientes para el cultivo es un factor determinante a la hora de evaluar el desempeño fisiológico y productivo del mismo. Aunque es una variable no cuantificada en el presente trabajo, sí se puede decir que, de acuerdo a los análisis de tejido, el aporte de nutrientes



Gráfica 2. Tasa de crecimiento del cultivo de rúgula bajo dos ambientes, promedio de dos ciclos de cultivo.

del suelo hacia la planta y sus diferentes órganos fue el adecuado, ya que, por ejemplo, la concentración de la mayoría de los elementos se mantuvo constante de la semana cuatro a la semana ocho del segundo ciclo de cosecha, siendo ésta una variable que favoreció el resultado de las tasas de crecimiento.

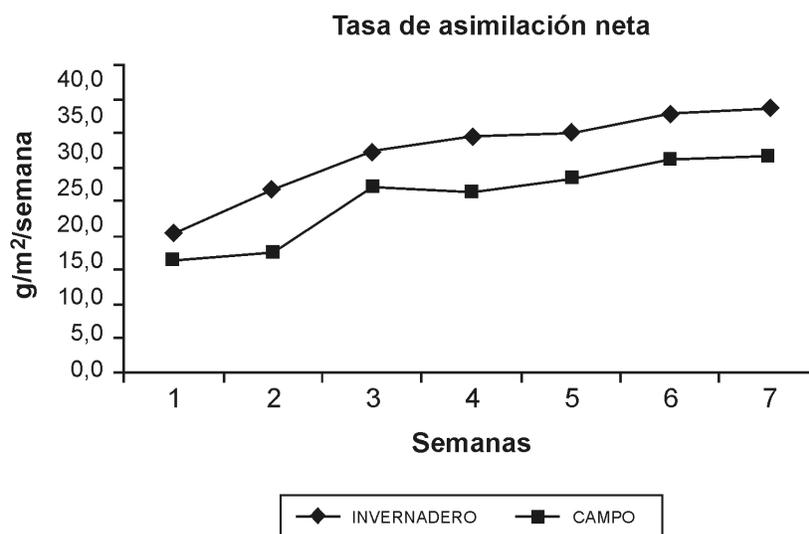
La TCC no presenta una fase descendente en este estudio, debido a que la evaluación solo abarcó hasta el período de floración y no el ciclo completo, puesto que después de la floración, se pierde valor comercial de las hojas cosechadas.

**Tasa de Asimilación Neta (TAN):** Es la tasa de incremento en el peso de la planta por unidad de área foliar. La gráfica 3 registra los resultados obtenidos promedio de dos ciclos para esta tasa, en ambos ambientes. Para invernadero, se obtuvo la mayor TAN en la semana siete, con 7,81g/m<sup>2</sup>/semana y, a libre exposición, de igual manera en la misma semana, con 6,3g/m<sup>2</sup>/semana. Tasa de crecimiento influenciada por el área foliar, ya que la información lograda de área foliar, se correlaciona bien con los resultados de la TAN, en ambos ambientes, a mayor área foliar mayor TAN. Nuevamente, las condiciones ambientales más favorables bajo invernadero marcan la diferencia, mejorando el resultado de la TAN en este ambiente, ya que durante el tiempo de realización del ensayo, se presentó mayor temperatura y humedad relativa en invernadero que a libre exposición.

Gómez *et al.* (1999) definen la TAN, como un indicador de la eficiencia fotosintética de la planta y, en ese sentido, se observa una mayor eficiencia fotosintética en ambos ambientes en estas semanas. Factores como número de hojas, área foliar, nutrición, entre otros, contribuyeron, posiblemente, al desempeño del cultivo. Un factor morfológico de la planta de rúgula es la disposición postrada de sus hojas que favorece la incidencia de la radiación, como lo reporta Dogliotti (s.f), en un trabajo con tomate, realizado en Uruguay, caracterizando el crecimiento y el desarrollo del cultivo.

**Índice de Área foliar (IAF):** Expresa el rendimiento de los cultivos por unidad de área foliar y por unidad de área de suelo ocupada por el cultivo (Gómez *et al.* 1999). Para invernadero, se obtuvo el mayor IAF en la semana siete, con 5,6 y, a libre exposición, también en la semana siete, con 1,5.

El comportamiento del IAF fue lineal en ambos ambientes hasta la semana tres, presentando mayores valores bajo condiciones de invernadero; de ahí en adelante, hasta la semana siete, el crecimiento fue de tipo exponencial, especialmente, en invernadero, lo cual, se manifiesta, fisiológicamente, en una mayor tasa de translocación de foto asimilados hacia los puntos de demanda que para el caso del cultivo de rúgula son principalmente hojas; esto se encuentra de acuerdo con lo manifestado por Gómez *et al.* (1999) y Barraza *et al.* (2004). Por otra



Gráfica 3. Tasa de asimilación neta del cultivo de rúgula bajo dos ambientes, promedio de dos ciclos de cultivo.

parte, a libre exposición, el índice es menor porque se presentan condiciones menos favorables para el incremento foliar con respecto al invernadero, como por ejemplo, temperatura más baja. El número de hojas, se correlaciona bien con el índice de área foliar, a mayor número de hojas mayor IAF, traduciéndose en una mejor TAN; aunque Barraza *et al.* (2004) afirman que los valores altos de este índice en algunas ocasiones no están relacionados necesariamente con una mayor cantidad de fotosíntesis, ya que el IAF es un concepto que representa, para todo cultivo, un promedio de los estratos de follaje que están expandidos, situación que se ve afectada por el hecho que las hojas no se despliegan sin dejar de encontrarse unas con otras, sino que lo hacen en diferentes ángulos que varían con la morfología de las especies y de las condiciones ambientales en que estén creciendo.

Relación matemática entre la TAN y la temperatura: Las variaciones de temperatura entre la máxima y la mínima registrada semanalmente fluctuaron entre los 27°C y 32°C para invernadero (Gráfica 4), presentándose una temperatura máxima de 42,29°C y una mínima de 6,14°C.

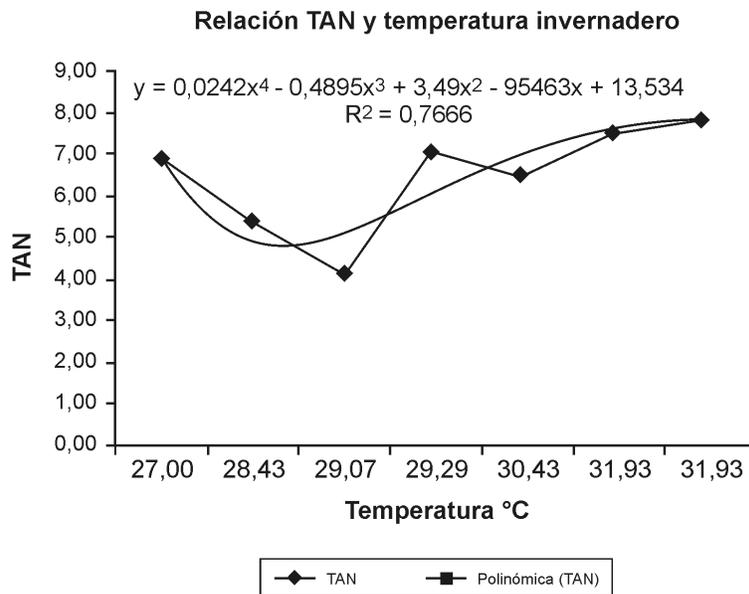
La gráfica 4 muestra la relación entre las variaciones de temperatura dadas durante el ensayo y el incremento

en el peso de la planta por unidad de área foliar (TAN); en ella, se observa que la ganancia de materia seca de la planta estuvo entre los 4,047g/m<sup>2</sup>/semana y los 7,81g/m<sup>2</sup>/semana. La ecuación matemática descrita en esta gráfica sirve para estimar la TAN del cultivo, cuando se presentan los rangos de temperatura, dados anteriormente, con un grado de confiabilidad del 76%.

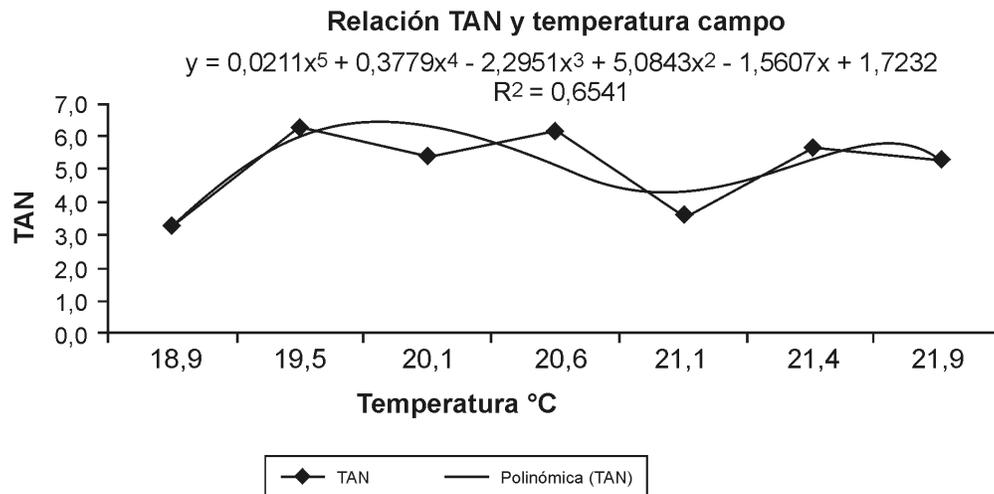
Las variaciones de temperatura entre la máxima y la mínima registrada semanalmente fluctuaron entre los 18,9°C y 21,9°C a libre exposición, indicando una temperatura máxima de 32,71°C y una mínima de 6,0°C. Los datos de la ecuación (Gráfica 5) sugieren que cuando hay una variación de temperatura de, por ejemplo, 29°C, la tasa de asimilación neta de la planta será de 5,54g/m<sup>2</sup>/semana, con un grado de confiabilidad de 0,78, bajo las condiciones de la investigación.

La gráfica 5 señala la relación entre las variaciones de temperatura dados durante el ensayo y el incremento en el peso de la planta por unidad de área foliar (TAN), a libre exposición; en ella, se nota que la ganancia de materia seca de la planta estuvo entre los 3,25g/m<sup>2</sup>/semana y los 6,3g/m<sup>2</sup>/semana.

Los datos de la ecuación en la gráfica 5 sugieren que al existir una variación de temperatura de, por ejemplo,



Gráfica 4. Relación matemática entre TAN de rúgula y variación de temperatura en invernadero.



Gráfica 5. Relación matemática entre TAN de rúgula y la variación de temperatura a libre exposición.

20,5°C, la tasa de asimilación neta de la planta será de 5,57g/m<sup>2</sup>/semana, con un grado de confiabilidad de 0,98, bajo las condiciones del ensayo.

Aparentemente, no existe influencia de la temperatura sobre la TAN en ambos ambientes, ya que la variación de temperatura osciló en 5°C y 3°C, bajo invernadero y libre exposición, respectivamente; sin embargo, en las curvas, se observa que a mayor temperatura mayor TAN, posiblemente, por factores asociados al crecimiento, como suministro adecuado de nutrientes, asignación de asimilados hacia las hojas, las reacciones bioquímicas se aceleran al aumentar la temperatura y el número de hojas por planta.

A continuación, se enumeran las conclusiones del trabajo:

1. La planta acumula más materia seca bajo condiciones de invernadero que a libre exposición, posiblemente, por la mayor actividad metabólica a la que está expuesta en este ambiente.
2. Bajo las condiciones del ensayo, el mejor desempeño de las tasas de crecimiento e índices evaluados en este trabajo, se presentaron entre las semanas seis y siete después de trasplante, exceptuando, la tasa de crecimiento relativo.
3. A libre exposición, la planta de rúgula se somete a un mayor estrés ambiental, dando como resultado

un mayor gasto de energía inicial (distribución de asimilados hacia la raíz), para adaptarse al medio y reflejándose en un menor comportamiento de las tasas de crecimiento.

4. La floración prematura de la planta de rúgula a libre exposición, se debió a las condiciones adversas que tuvo durante su ciclo de crecimiento.
5. Las condiciones ambientales bajo invernadero durante el ensayo fueron favorables para el desarrollo de la planta de rúgula, como se observó en cada una de las tasas de crecimiento.
6. Se presentó un efecto combinado de la temperatura y la humedad relativa sobre el crecimiento de la planta.

Conflictos de intereses: El trabajo fue preparado y revisado por el primer autor y el aval de los otros dos, quienes declaramos que no existe ningún conflicto de intereses que ponga en riesgo la validez de los resultados presentados.

## BIBLIOGRAFÍA

1. BARRAZA, F.; FISCHER, G.; CARDONA, C. 2004. Estudio del proceso de crecimiento del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en el Valle del Sinú medio colombiano. Agr. Colombiana. 22(1):81-90.

2. BENNETT, R.; CARVALHO, R.; MELLON, F.; EAGLES, J.; ROSA, E.A. 2007. Identification and quantification of glucosinolates in sprouts derived from seeds of wild *Eruca sativa* L. (Salad Rocket) and *Diplotaxis tenuifolia* L. (Wild Rocket) from diverse geographical locations. *J. Agric. and Food Chemistry*. 55:67-74. Disponible desde Internet en: <http://Journalofagriculturalandfoodchemistry.pdf> (con acceso 10/10/07).
3. CABEZAS, M. 2001. Guías de Laboratorio y campo de ecofisiología. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. U.D.C.A. Facultad de Ingenierías. Bogotá. 25p.
4. CARNEIRO, O.L.; PURQUEIRO, L.F.V.; TIVELLI, S.W.; SANCHES, J.; CIA, P. 2008. É possível produzir *baby leaf* de rúcula em bandejas com diferentes volumes de células? *Hort. Bras.* 26:6295-6300.
5. CAVALLARO, M.; ESPÍNDOLA, P.; PASSOS, F.; KUHN, J.; WILSON, S. 2009. Produtividade de rúcula e tomate em função da adubação N e P orgânica e mineral. *Bragantia (Brasil)*. 68(2):347-356.
6. DOGLIOTTI, S. Sin fecha. Bases fisiológicas del crecimiento y desarrollo del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) material de apoyo al módulo hortícola. Universidad de la República de Uruguay - Facultad de Agronomía. Disponible desde Internet en [www.fagro.edu.uy](http://www.fagro.edu.uy). (con acceso 25/06/06).
7. EVANS, L.; MATHERON, M.; OLSEN, M.; PALUMBO, J.; UMEDA, K. 2001. Crop Profile for Arugula in Arizona, University of Arizona, Tucson, Arizona. EEUU. Disponible desde Internet en <http://Ag.Arizona.Edu/aes/yac/veginfo/bracken.htm> (con acceso 05/05/06).
8. GÓMEZ, C.; BUITRAGO, M.; HUERTAS, B. 1999. Ecofisiología de papa (*Solanum tuberosum*) utilizada para el consumo fresco y para la industria. *Revista COMALFI (Colombia)*. 26:1-3.
9. GRANGEIRO, L.C.; BARROS, A.; BEZERRA, F.; DE NEGREIROS, M.; DE OLIVEIRA, J.; ESCOSSIA, P. 2005. Cultivo de rúcula em túneis baixos de tecido não-tecido. *Revista Jaboticabal (Brasil)*. 33(2):218-221.
10. JARMA, A.; RENGIFO, T.; ARAMÉNDIZ, H. 2006. Fisiología de estevia (*Stevia rebaudiana*) en función de la radiación en el Caribe colombiano. II. Análisis de crecimiento. *Agr. Colombiana*. 24(1):38-47.
11. JARMA, A.; BUITRAGO, C.; GUTIÉRREZ, S. 1999. Respuesta del crecimiento de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L. var. Blue Lake) a tres niveles de radiación incidente. *Revista COMALFI (Colombia)*. 26:62-73.
12. MATHERON, M.; EVANS, L.; OLSEN, M.; PALUMBO, J.; UMEDA, K. 2001. Crop Profile for Arugula in Arizona. Disponible desde Internet en [www.ProductioninArizona2/ProductioninArizona2.htm](http://www.ProductioninArizona2/ProductioninArizona2.htm) (con acceso 05/05/06).
13. MORALES, M.; JANICK, J. 2002. Arugula: A promising specialty leaf vegetable. p.418-423. In: Janick, J.; Whipkey, A. eds. Trends in new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, VA. Disponible desde Internet en [www.oregonstate.edu/Dept/NWREC/aruQ.htm](http://www.oregonstate.edu/Dept/NWREC/aruQ.htm) (con acceso 05/05/06).
14. MORALES, M.; JANICK, J.; MAYNARD, E. 2006. "Adagio": A slow-bolting arugula. *HortScience*. 41(6):1507-1510.

Recibido: Julio 4 de 2008

Aceptado: Marzo 9 de 2010