



Universidad Central de Venezuela
Facultad de Agronomía
Escuela de Agronomía
Departamento de Agronomía



**Evaluación del consumo hídrico durante el desarrollo de la planta, en cuatro
genotipos de albahaca (*Ocimum spp.*)**

Tesista: Br. Antonio Alejandro Pardiña Mejías

Tutora: Prof^a Carmen Basso de Figuera

Maracay, mayo de 2016



Universidad Central de Venezuela
Facultad de Agronomía
Escuela de Agronomía
Departamento de Agronomía



Evaluación del consumo hídrico durante el desarrollo de la planta, en cuatro genotipos de albahaca (*Ocimum spp.*)

Tesista: Br. Antonio Alejandro Pardiña Mejías

Tutora: Prof^a Carmen Basso de Figuera

Trabajo presentado como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo
Mención Fitotecnia que otorga la Universidad Central de Venezuela.

Maracay, junio de 2016

APROBACIÓN DEL TRABAJO POR EL JURADO

Nosotros los abajo firmantes, miembros del Jurado Examinador del Trabajo de Grado intitulado **Evaluación del consumo hídrico durante el desarrollo de la planta, en cuatro genotipos de albahaca (*Ocimum spp.*)**, cuyo autor es el bachiller Antonio Alejandro Pardiña Mejías, cédula de identidad V-18.231.555, certificamos que lo hemos leído y que en nuestra opinión reúne las condiciones necesarias de adecuada presentación y es enteramente satisfactorio en alcance y contenido como requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo mención Fitotecnia.

Prof^a. Carmen Basso
Tutora
C.I. 3.934.787

Prof. Roberto Villafañe
Jurado Principal
C.I. 2.144.038

Inv. Delis Pérez
Jurado Principal
C.I.

Prof. Arelys Marín
Jurado Suplente
C.I. 12.140.671

Dedicatoria

A Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy. Para mis padres Antonio Pardina y Zulay Mejías por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis hermanos Pedro, Manuel y Oscar, por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar.

A mis dos amores Grismir Bozo y Mathias Alejandro, por ser mi inspiración y mi fortaleza en todo momento.

Agradecimiento

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mis padres Antonio y Zulay por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

A mis hermanos por ser parte importante de mi vida y representar la unión familiar. A mi hermano Pedro por siempre escucharme y apoyarme y ser un ejemplo de desarrollo profesional, y Manuel y Oscar mis hermanitos que con su amor, apoyo y ocurrencias llenan mi vida de felicidad.

A mi fiel compañera Grismir por ser parte importante de mi vida, brindándome todo su apoyo, paciencia y amor; y a mi gordo bello Mathias que es mi inspiración, mi motivo para seguir adelante, mi todo.

A mi suegra Sula por su paciencia, comprensión y apoyo.

A la Sra. Maura Nieves, por su ayuda desinteresada.

A mi tutora Prof^{ra}. Carmen Basso de Figuera, por su dedicación, ayuda y aportes en la realización del trabajo.

A todos los profesores que formaron parte de mi desarrollo académico, por ofrecer sus conocimientos y apoyo a lo largo de la carrera.

A mis amigos y compañeros de grupo (Cristina, Gaby, Rosvir, Beto, Elías, Mariela, Amílcar, Carmen, Gloria y Eduardo) por hacer este tiempo de estudio más corto y divertido.

A todos un millón de gracias...

Tabla de Contenido

	Pág.
Lista de Cuadros	vii
Lista de Figuras	viii
Resumen	ix
Introducción	1
Objetivos	2
Revisión de Literatura	2
Materiales y Métodos	6
Resultados y Discusión	10
Conclusiones	20
Referencias Bibliográficas	21

Lista de Cuadros

	Pág.
Cuadro 1. Valores promedios de temperatura y humedad relativa dentro de la casa de cultivo durante el período experimental.....	9
Cuadro 2. Valores acumulados y promedios diarios de la evapotranspiración de referencia (ETo) dentro de la casa de cultivo durante el período experimental (trasplante-fin del experimento).....	9
Cuadro 3. Comportamiento de la altura de la planta (cm) de cuatro genotipos de albahaca.	10
Cuadro 4. Comportamiento del diámetro de la planta (cm) en cuatro genotipos de albahaca.....	11
Cuadro 5. Número de ramas secundarias y terciarias al momento de la floración, en plantas de cuatro genotipos de albahaca.....	12
Cuadro 6. Inicio de brotación de ramas después de la poda, en plantas de cuatro genotipos de albahaca.....	12
Cuadro 7. Relación entre el consumo de agua en cada fase, su duración y los valores de ETo en el período correspondiente.....	20

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Tiempo en alcanzar las diferentes fases del desarrollo reproductivo en cuatro genotipos de albahaca.....	13
Figura 2. Duración de las diferentes fases del desarrollo en plantas de cuatro genotipos de albahaca	14
Figura 3. Consumo de agua durante todo el ciclo del desarrollo de las plantas, en cuatro genotipos de albahaca.....	15
Figura 4. Consumo de agua en las diferentes fases del desarrollo de las plantas en cuatro genotipos de albahaca.....	16
Figura 5. Consumo relativo de agua en las diferentes fases del ciclo de cuatro genotipos de albahaca.....	17
Figura 6. Consumo de agua diario promedio en las diferentes fases y durante todo el desarrollo de las plantas en cuatro genotipos de albahaca.....	18

Universidad Central de Venezuela
Facultad de Agronomía
Departamento de Agronomía

Evaluación del consumo hídrico durante el desarrollo de la planta, en cuatro genotipos de albahaca (*Ocimum spp.*)

Tesista: Br. Antonio Alejandro Pardiña Mejías

Tutora: Prof^a. Carmen Basso

Resumen. Esta investigación tuvo como propósito evaluar el consumo hídrico en cuatro genotipos de albahaca durante el desarrollo de la planta. Para ello, plantas de ‘Mammoth’ (*Ocimum basilicum*), ‘Genovesa Dulce’ (*O. basilicum*), ‘Lemon Mrs. Burn’ (*O. x citriodorum*), ‘Holy Red Green’ (*Ocimum tenuiflorum*) fueron colocadas para su desarrollo en envases de 20 L bajo condiciones protegidas, en la Facultad de Agronomía de la UCV. El diseño experimental utilizado fue completamente aleatorizado con cuatro tratamientos (genotipos) y cinco repeticiones. Las variables evaluadas fueron altura y diámetro de la planta, inicio de brotación de ramas después de poda, número de ramas secundarias y terciarias al inicio de floración, días a inicio de floración, apertura floral y fructificación, duración de las diferentes fases fenológicas y el consumo de agua por la planta en el ciclo y en cada fase fenológica. Los resultados indicaron que ‘Mammoth’ alcanzó la mayor altura y ‘Lemon Mrs Burn’ fue la de menor tamaño. El ciclo de las plantas hasta el inicio de la fructificación fue de aproximadamente 3 meses sin diferencias significativas entre los genotipos evaluados. El consumo de agua durante todo el ciclo para los cuatro genotipos fue variable, siendo ‘Mammoth’ el de mayor consumo (98,7 L/planta) y ‘Holy Red Green’ el de menor exigencia hídrica (63,4 L/planta); este mismo comportamiento se observó entre antesis y fructificación. En los demás períodos no se observaron diferencias entre los cultivares evaluados. La fase de mayor consumo fue entre antesis y fructificación, luego entre establecimiento y floración y finalmente entre antesis y fructificación, observándose en ‘Holy Red Green’ un consumo relativo de agua diferencialmente mayor durante la primera fase. El consumo de agua por parte de la planta fue dependiente de la duración de las fases fenológicas y de la ETo acumulada.

Palabras clave: consumo de agua, *Ocimum basilicum*, *O. tenuiflorum*, cultivares.

INTRODUCCIÓN

La albahaca (*Ocimum basilicum* L.) se cultiva en un gran número de países por sus cualidades medicinales, aromáticas, ornamentales y melíferas. Su esencia es utilizada en la industria de la perfumería y cosméticos y como aromatizante de vinagre, hortalizas en conserva y mostaza (Barroso y Jerez, 2000). Se ha reportado que esta planta tolera circunstancias ecológicas muy variables; crece en las zonas frías y húmedas de la selva tropical con temperaturas anuales entre 6 y 24 °C y precipitación anual de 500 a 8000 mm. Aunque la albahaca se cultiva en diferentes regiones, las condiciones más favorables se encuentran en países de clima cálido; el calor, la luz y la humedad son requisitos básicos para su cultivo (Putievsky y Galambosi, 1999).

Comúnmente se denomina albahaca a las especies del género *Ocimum*, el cual pertenece a la familia Lamiaceae (Labiatae). Se ha señalado que en Venezuela se conocen 21 géneros de esta familia, con aproximadamente 80 especies distribuidas en todo el territorio nacional; es un grupo importante de plantas que contienen aceites esenciales ricos en diferentes constituyentes, tales como linalol, geraniol, citral, eugenol y timol, entre otros (Colivet *et al.*, 2011).

Dada la importancia que el agua juega en el crecimiento y desarrollo de los organismos vivos, el hombre le ha prestado una atención priorizada al estudio de los efectos de este recurso en la vida de las plantas. El rendimiento de los cultivos en general se ve afectado por el suministro de agua, particularmente en regiones áridas y semiáridas; por lo que es necesaria la práctica de riego para obtener el máximo beneficio por unidad de área (Martín y De Juan, 1993).

La optimización de la gestión del riego debido a la escasez de agua es fundamental, ya que el costo de bombeo de agua e inadecuada capacidad de los sistemas de riego, así como fuentes de agua con limitaciones, son razones que obligan a muchos países a reducir la aplicación de riego (Khalil *et al.*, 2010). Por ello cobra importancia mejorar estas técnicas mediante el conocimiento de las exigencias hídricas de los cultivos a lo largo de su ciclo de desarrollo, siendo fundamental

conocer el consumo de agua en las diferentes etapas fenológicas del cultivo para una adecuada planificación del riego y uso eficaz del recurso agua.

Por la importancia y la diversidad de cultivares de albahaca que existen, este ensayo se centra en la evaluación del consumo hídrico durante el desarrollo de la planta en cuatro genotipos de *Ocimum* spp. de uso actual y potencial en Venezuela.

OBJETIVOS

General

Evaluar el consumo hídrico durante el desarrollo de la planta de los genotipos de albahaca ‘Mammoth’, ‘Lemon Mrs. Burn’, ‘Genovesa Dulce’ y ‘Holy Red Green’.

Específicos

1. Caracterizar el desarrollo de los cuatro genotipos de albahaca, mediante la evaluación de la altura y diámetro de la planta.
2. Determinar la duración de las distintas fases de desarrollo de las plantas de los cuatro genotipos evaluados.
3. Determinar el consumo hídrico durante el ciclo de la planta y en las diferentes fases fenológicas para los cuatro genotipos de albahaca.
4. Relacionar el consumo hídrico de la planta con la duración de las distintas fases fenológicas y la evapotranspiración de referencia acumulada.

REVISIÓN DE LITERATURA

La albahaca es una planta anual que alcanza entre 20 y 50 cm de altura con tallos erectos y ramificados. Las hojas son opuestas, pecioladas, de forma oval u oval-lanceoladas con borde ligeramente dentado. Las flores son blancas o blanco rosa, zigomorfas, reunidas en corimbos axilares, dispuestas en grupos de 5 a 6 flores por verticilo. Las mismas se encuentran en la parte

superior del tallo o en los extremos de las ramas. El fruto es un tetraquenio que contiene 4 semillas ovales, lisas, y su color varia de marrón a negro (Fernández, 2004).

La albahaca presenta un crecimiento indeterminado, permaneciendo el meristemo terminal vegetativo durante todo el ciclo de desarrollo; luego de iniciada la floración, el crecimiento vegetativo y reproductivo ocurre al mismo tiempo y la planta no entra en receso (Echeverry *et al.*, 1990).

La mayoría de los cultivares de albahaca comercial, disponible en el mercado internacional y los que se encuentran en el país, pertenecen a la especie *Ocimum basilicum*, y han sido clasificados en siete tipos (Simón *et al.*, 1999):

1. Tipos de porte alto y delgado, que incluyen el grupo de albahacas dulces.
2. Los robustos de hojas grandes, como ‘Lettuce Leaf’, también llamada albahaca italiana.
3. Los tipos enanos, de hojas cortas y pequeñas, como la albahaca ‘Bush’.
4. Los tipos compactos, que incluyen a *O. basilicum var thrysiflora*, comúnmente llamada albahaca Thai.
5. Los tipos *purpurascens* de color púrpura, con tradicional sabor dulce.
6. Los tipos de color púrpura con hojas lobuladas y aroma a clavo de olor, como ‘Dark Opal’ un posible híbrido entre *O. basilicum* y *O. forskolei*, y
7. Los tipos *citridorum*, que incluyen a las albahacas con sabor a limón

Muchas especies de la familia Lamiaceae, particularmente las de la subfamilia Nepetoideae, a la cual *Ocimum* pertenece, son fuertemente aromáticas debido a sus aceites esenciales que consisten en monoterpenos y fenilpropanoides (Patón *et al.*, 1999). De acuerdo con Hiltunen y Holm (1999) las plantas del género *Ocimum* se presentan como varios quimiotipos o cultivares que difieren en la composición de sus aceites esenciales; la variación en la composición química de los aceites de la albahaca se cree que es principalmente debido al polimorfismo en *Ocimum basilicum*, que es causada por la hibridación interespecífica. La diversidad morfológica dentro de

las especies de albahaca se ha visto acentuada por siglos de cultivo, observándose gran variación en la pigmentación, forma, tamaño y pubescencia.

Otra especie dentro del género *Ocimum*, con gran importancia como planta medicinal es *O. tenuiflorum* L., conocida popularmente en Asia del Sur como albahaca santa, Tulsi o Tulasi por ser una planta sagrada importante en el hinduismo y, como ocurre con muchas especies de plantas utilizadas en Asia, los usos religiosos a menudo se relacionan con los usos medicinales. Históricamente, la albahaca santa se cultiva con frecuencia en los patios de las fortalezas y templos hindúes para limpiar el cuerpo. Uno de los sinónimos de la planta, *O. sanctum* L., refleja esta conexión religiosa (Kew Royal Botanical Garden, 2015). Los estudios farmacológicos reportados confirman el valor terapéutico de esta especie, los cuales apoyan su uso para el tratamiento de enfermedades humanas y animales y refuerzan la importancia del enfoque etnobotánico como una fuente potencial de sustancias bioactivas (Pattanayak *et al.*, 2010). Tulsi es señalada en la medicina tradicional aiurvédica como "el elixir de la vida" ya que considera que promueve la longevidad y es un remedio casero muy popular para muchas dolencias (Pandey y Madhuri, 2010).

En general, los trabajos realizados en *Ocimum* spp. no han sido suficientemente amplios en temáticas enfocadas a la ecofisiología, por lo que se cuenta con poca información acerca de esta ciencia en el cultivo y en particular de las relaciones hídricas, aspecto de consideración para el logro de un óptimo suministro de agua que permita un desarrollo adecuado de las plantas. Bajo sistemas de producción sostenibles, en los que se desea desarrollar con fines de explotación, la producción de plantas con propiedades medicinales, el análisis de las relaciones hídricas contribuye a ampliar el conocimiento acerca de las necesidades de agua de estas especies, lo que posibilitará realizar estudios encaminados al aumento de la eficiencia y el ahorro del agua de riego (Galego, 1998).

Se ha señalado que la albahaca produce abundantes cosechas cuando se cultiva en zonas con una amplia y regular precipitación durante el periodo de crecimiento y poca lluvia durante el periodo de cosecha; requiere de bastante luz solar y se adapta a una amplia variedad de suelos. Esta

especie se propaga mediante estacas y semillas y puede ser plantada de forma manual o mecanizada durante todo el año, siempre que se cuente con riego (Vega *et al.*, 2004).

El agua es tal vez el factor más importante que tiene influencia sobre el desarrollo de las plantas y su deficiencia durante el crecimiento puede ocasionar daños irreversibles (Aradooei *et al.*, 2013). Fernández (2004) indica que los aportes de agua son necesarios para el buen desarrollo de la albahaca y estima requerimientos de 300 a 400 mm repartidos principalmente en el periodo vegetativo y es por ello que se han realizado algunos estudios para evaluar la respuesta de este cultivo a la aplicación de riego. En este sentido, Jerez y Barroso (2002) evaluaron diferentes tratamientos de riego aplicados en tres fases del desarrollo de la planta: siembra a primer par de ramas (0-30 días), primer par de ramas a floración (30-50 días) y de floración a corte (50-75 días). Los tratamientos consistieron en la aplicación de 80-100-100, 80-80-40, 80-60-40, 80-40-80, 80-40-60 y 80-80-60% de la humedad del suelo, considerando las etapas antes indicadas y utilizando el cv. Gran Basilic. Ellos encontraron que las diferencias en el suministro de agua a lo largo del ciclo del cultivo afectaron el crecimiento, sobre todo en los primeros 50 días después de la siembra. En este sentido, Méndez *et al.* (2010) señalan que el proceso de elongación y la síntesis de la pared celular son altamente sensibles al déficit hídrico, de manera que la reducción en el crecimiento de las plantas podría deberse a la pérdida de turgencia de estas células.

Por su parte, Alishah *et al.* (2006), trabajando con albahaca morada en un suelo con el aporte de diferentes porciones de la capacidad de campo (90, 80, 70, 60, 50%), encontraron que cuando aumenta el nivel de estrés hídrico, la altura de la planta se reduce, así como el número de hojas, el área foliar y la cantidad de clorofila en las hojas. También señalan que la albahaca regula la ósmosis para defenderse de los efectos de la deficiencia de agua acumulando una serie de solutos compatibles, tales como prolina y antocianina, que son costosas para su metabolismo, debido a que se requiere de gran cantidad de carbono que podría ser utilizado para el crecimiento. Igualmente, Ekren *et al.* (2012) señalan que la albahaca morada es sensible al estrés hídrico afectando negativamente su crecimiento y rendimiento, sin embargo, esta condición incrementa el contenido de aceites esenciales y mejora su composición.

La aplicación de diferentes frecuencias de riego (7, 14, y 28 días) también ha sido evaluada en la albahaca dulce y con ello se demostró que prolongar el período entre riegos incrementa el porcentaje de aceites esenciales, a pesar de observar un menor crecimiento de la planta y disminución en el rendimiento de aceites (Refaat y Saleh, 1997). Por su parte, Ade-Ademilua *et al.* (2013) observaron que la disminución en el peso fresco y seco bajo estrés hídrico en la especie *O. gratissimum* L. fueron similares a los observados en *O. basilicum* L.

Poco se ha investigado sobre el consumo de agua por parte de la planta de albahaca y sus coeficientes de cultivo. Al respecto, Ghamarnia *et al.* (2015), trabajando con *O. basilicum* L. y usando lisímetros de drenaje, determinaron valores de Kc de 0,71 en la etapa inicial (0-15 días), 1,11 durante la fase de desarrollo (16-40 días) y 1,39 durante el período de floración (41-75 días). También reportaron un requerimiento de 636,8 mm desde la siembra hasta el final de la floración. Por su parte, Marques *et al.* (2015) señalaron que para el cv Lampião, los valores de Kc durante el primer ciclo de producción fueron 0,23 entre los días 1 a 23 después del trasplante (fase inicial de crecimiento hasta 10% de cobertura), 0,27 entre los 24 y 30 días (fase de crecimiento vegetativo acelerado), 0,38 entre los 40 y 55 días (fase intermedia de crecimiento) y 1,02 entre los 56 y 69 días (fase desde inicio de floración a cosecha).

Lo antes presentado resalta la importancia de la aplicación de riego y de ampliar el conocimiento sobre el consumo hídrico durante las distintas etapas de desarrollo del cultivo de la albahaca, lo cual es fundamental para cubrir las necesidades reales de la planta durante su ciclo y mejorar así la eficacia en el uso del agua.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este ensayo se realizó en el Departamento de Agronomía de la Facultad de Agronomía de la UCV, bajo condiciones protegidas para evitar el ingreso de agua de lluvia al sistema suelo-planta. El diseño experimental utilizado fue completamente aleatorizado con cuatro tratamientos (genotipos) y cinco repeticiones; la unidad experimental estuvo conformada por una planta y los genotipos de albahaca evaluados fueron los siguientes:

1. 'Mammoth' (*Ocimum basilicum* L.)
2. 'Lemon Mrs. Burn' (*O. x citriodorum* Vis.)
3. 'Genovesa Dulce' (*O. basilicum* L.)
4. 'Holy Red Green' (*Ocimum tenuiflorum* L.)

Para el desarrollo de las plantas, semillas de los cuatro genotipos de albahaca, provenientes de diferentes casas comerciales foráneas, se sembraron el 6 de enero de 2015 en bandejas de 72 celdas para la formación de plántulas, las cuales se trasplantaron el 3 de febrero en envases de 20 L contentivos de 15 kg de una mezcla de suelo y arena en proporción 2:1 y un fondo de gravilla de 3 cm de grosor. En el fondo de cada envase se colocó un tubo de drenaje al cual se conectó una manguera para coleccionar, en envases cerrados, el agua no retenida y evitar su evaporación.

Desde la primera semana después del trasplante (establecimiento) hasta el inicio de fructificación, se llevó un registro del consumo de agua por parte de la planta y para ello se regó cada 1-2 días con un volumen de agua conocido en cada uno de los envases, recolectándose el agua de drenaje 24 h después del riego.

Las plantas de los envases fueron podadas 32 días después del trasplante (07/03/2015) para promover el desarrollo de ramas laterales. La fertilización se realizó de manera edáfica y las dosis de fertilizantes utilizadas fueron 1,5 g N, 1,5 g P₂O₅ y 1,5 g K₂O por planta; como fuente se usó urea y 10-20-20.

A fin de conocer la capacidad de retención de humedad de la mezcla de suelo utilizada para el desarrollo de las plantas, se siguió la metodología de Ingram *et al.* (1990) y para ello se utilizaron tres envases de 820 mL (V2) de capacidad (repeticiones) con perforaciones en el fondo. El suelo, previamente secado en estufa a 105°C por 24 h, fue colocado en los envases con las perforaciones tapadas y se añadió de forma muy lenta un volumen de agua conocido hasta la completa saturación del medio (cuando sobre la superficie se observó una capa delgada de agua libre). El volumen gastado representó el espacio poroso total (*EPT*). Seguidamente se destaparon las perforaciones para que drenara el agua por 24 h, lo que permitió asentar el medio. Nuevamente se

taparon las perforaciones y se saturó el suelo, para seguidamente permitir el drenaje del agua por 24 horas más; este volumen (*VI*) fue indicativo del espacio de aire. La capacidad de retención de humedad (*CRH*) se determinó usando la siguiente fórmula:

$$CRH (\%) = [(EPT - VI)/V2]. 100$$

Variables evaluadas

1. Altura de la planta (cm). Se midió durante el desarrollo del cultivo, desde la base del tallo hasta la parte más alta del follaje, comenzando la evaluación cuatro días después del trasplante.
2. Diámetro de la planta (cm). Se midió el ancho máximo tomando dos lecturas por planta (E-O y N-S) y se calculó el promedio. La evaluación inició a los nueve días después de realizada la poda.
3. Inicio de brotación de ramas después de la poda (días) cuando se observaron ramas con dos nudos formados.
4. Número de ramas secundarias y terciarias presentes al momento de la floración.
5. Inicio de floración (días después del trasplante), la cual se evaluó al observar la incipiente aparición de una inflorescencia en una rama.
6. Inicio de apertura floral (días después del trasplante), cuando se observaron al menos cuatro flores abiertas en alguna de las inflorescencias.
7. Inicio de fructificación (días después del trasplante), al observar cuatro frutos desarrollados en una inflorescencia.
8. Período (días) entre los principales cambios fenológicos de la planta, tomando en consideración las variables antes descritas.
9. Consumo de agua por parte de la planta (por fase fenológica y total) (L/planta). Se llevó un registro de la diferencia entre el agua aplicada y la drenada y se calcularon los volúmenes por fase y total del ciclo y los promedios diarios. Igualmente se calculó el consumo relativo de agua para cada fase, en función del volumen total utilizado por la planta.

Durante el desarrollo del experimento se llevó un registro de la temperatura y humedad relativa del ambiente en el cual se desarrollaron las plantas, utilizando un sensor Extech modelo RHT10. En el Cuadro 1 se presentan los promedios mensuales. De igual manera se llevó un registro semanal de la ETo (Cuadro 2) utilizando una tina reducida y 0,69 como valor Kp. Este valor fue determinando mediante ajuste previo con un atmómetro ETgage modelo A.

Cuadro 1. Valores promedios de temperatura y humedad relativa dentro de la casa de cultivo durante el período experimental.

Periodo experimental	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)
Enero	25,8±8,1	58,7±15,4
Febrero	26,4±8,3	58,4±17,3
Marzo	26,6±8,0	59,1±17,6
Abril	28,6±7,5	46,9±17,1
Mayo	29,7±10,3	45,4±17,8

Los datos de las variables fueron sometidos a análisis de varianza y pruebas de rango múltiple de Waller-Duncan y mediante gráficos se evaluaron los comportamientos del consumo de agua durante el desarrollo en cada uno de los genotipos estudiados.

Cuadro 2. Valores semanales y promedios diarios de la evapotranspiración de referencia (ETo) dentro de la casa de cultivo, durante el período experimental (trasplante-fin del experimento).

Periodo (Feb-May 2015)	ETo acumulada (mm)	ETo promedio diario (mm)
Semana 1	24,5	3,5
Semana 2	20,0	2,9
Semana 3	20,7	3,0
Semana 4	19,7	2,8
Semana 5	21,4	3,1
Semana 6	19,3	2,8
Semana 7	23,8	3,4
Semana 8	25,5	3,6

Semana 9	21,4	3,1
Semana 10	22,4	3,2
Semana 11	20,1	2,9
Semana 12	24,5	3,5
Semana 13	33,0	4,7

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indicaron una capacidad de retención de humedad del medio de crecimiento de 42,27%, lo cual representa un valor adecuado considerando lo señalado por Ingram *et al.* (1990), quienes indican que para el cultivo en envases, la capacidad de retención de humedad debe estar entre 40 y 50%.

1. Crecimiento de las plantas de cuatro genotipos de albahaca.

Los análisis de varianza indicaron diferencias estadísticamente significativas entre los genotipos con relación a la altura y diámetro de la planta, no así para el número de ramas al momento de la floración.

1.1. Altura de la planta. En el Cuadro 3 se pueden observar los valores promedios de la altura alcanzados por las plantas de los diferentes genotipos durante su desarrollo, encontrándose diferencias altamente significativas ($p \leq 0,0001$) en todas las evaluaciones.

Cuadro 3. Comportamiento de la altura de la planta (cm) de cuatro genotipos de albahaca.

Genotipo	Días después del trasplante										
	4	11	18	25	35	42	48	60	68	75	82
‘Mammoth’	10 a	19 a	28 a	37 a	30 a	39 a	49 a	66 a	72 a	74 a	77 a
‘Lemon Mrs. Burn’	8 b	15 b	26 b	33 b	33 b	27 b	34 bc	54 ab	59 c	60 c	62 b
‘Genovesa Dulce’	9 ab	19 a	27 ab	33 b	33 b	29 b	38 b	59 ab	67 ab	70 a	73 a
‘Holy Red Green’	4 c	10 c	18 c	26 c	26 c	18 c	27 c	49 b	66 b	73 a	76 a
CV (%)	10,8	9,01	6,5	6,5	13,3	10,9	15,1	12,9	5,7	6,7	8,0

Medias seguidas de distintas letras dentro de columnas indican diferencias estadísticamente significativas entre los genotipos (Waller-Duncan, $p \leq 0,05$).

El genotipo ‘Mammoth’ hasta los 48 días después del trasplante (ddt) alcanzó la mayor altura seguido de ‘Genovesa Dulce’. Por el contrario ‘Holy Red Green’ presentó el menor valor hasta los 60 ddt, sin embargo, al final del ciclo alcanzó la mayor altura junto con ‘Genovesa Dulce’ y ‘Mammoth’. El genotipo ‘Lemon Mrs. Burn’ tuvo un comportamiento intermedio hasta los 60 ddt, pero en las últimas semanas del desarrollo fue superado por los demás genotipos, alcanzando la menor altura al final del ciclo. Al respecto, León (2015) al evaluar cuatro genotipos de albahaca en condiciones protegidas, observó diferencias entre varios cultivares encontrando que ‘Lemon Mrs. Burn’ alcanzó una altura de 51,7 cm a los 56 ddt, valor similar al observado en esta investigación para ese momento. Por su parte, Palma (2015) también encontró diferencias en crecimiento entre dos cultivares, alcanzando ‘Mammoth’ una altura de 48 cm a los 56 ddt cultivado a plena exposición solar, mucho menor a la observada en condiciones protegidas.

1.2. Diámetro de la planta. Con relación a esta variable, las diferencias fueron significativas ($p \leq 0,05$) en las tres primeras evaluaciones. En el Cuadro 4 se observa que los genotipos ‘Lemon Mrs. Burns’ y ‘Mammoth’ desarrollaron el mayor diámetro hasta los 60 ddt y para ese momento ‘Holy Red Green’ resultó con el menor valor, sin embargo, al final del período de evaluación, los diámetros fueron similares para todos los genotipos.

Cuadro 4. Comportamiento, del diámetro de la planta (cm) en cuatro genotipos de albahaca.

Genotipo	Días después del trasplante					
	42	48	60	68	75	82
‘Mammoth’	37 a	41 a	47 a	53 a	59 a	65 a
‘Lemon Mrs. Burns’	34 a	39 a	50 a	57 a	69 a	72 a
‘Genovesa Dulce’	23 b	30 b	41 ab	54 a	67 a	71 a
‘Holy Red Green’	20 b	25 b	35b	46 a	60 a	70 a
CV (%)	20,05	17,85	14,50	11,80	12,49	10,55

Medias seguidas de distintas letras dentro de columnas indican diferencias estadísticamente significativas entre los genotipos (Waller-Duncan, $p \leq 0,05$).

Al respecto, Nurzyńska-Wierdak (2007) encontró valores de diámetro entre 25,0 y 42,3 cm al momento de la floración, trabajando con 8 cultivares de albahaca, observando el mayor valor en ‘Lemon Mrs. Burn’. Por su parte, Abduelrahman *et al.* (2009), al estudiar la variabilidad morfológica de 19 cultivares de albahaca encontraron valores que oscilaron entre 40 y 105 cm de diámetro al inicio de la floración. En esta investigación la variabilidad entre los genotipos fue observada hasta los 60 ddt, poco después de la floración.

1.3. Número de ramas. Para esta variable no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos, indicando que el número de ramas secundarias y terciarias presentes al momento de la floración fue similar entre los cuatro genotipos, lo cual puede ser observado en el Cuadro 5. Esta ramificación fue producto de la realización de una sola poda.

Cuadro 5. Número de ramas secundarias y terciarias al momento de la floración, en plantas de cuatro genotipos de albahaca.

Genotipo	Ramas secundarias	Ramas terciarias
‘Mammoth’	6	4
‘Lemon Mrs. Burns’	5	4
‘Genovesa Dulce’	5	4
‘Holy Red Green’	5	5
CV (%)	15,49	13,20

2. Duración de las distintas fases de desarrollo de las plantas en los cuatro genotipos.

La primera evaluación realizada en este sentido fue el inicio de brotación, la cual se llevó a cabo luego de una única poda a las plantas. Es importante señalar que esta práctica se realiza con la finalidad de que la planta emita ramas laterales para una mayor producción. Los resultados de esta evaluación indicaron que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (Cuadro 6). De acuerdo a lo observado, entre los 8 y 9 días después de la poda fue posible observar ramas con al menos dos nudos desarrollados.

Cuadro 6. Inicio de brotación de ramas después de la poda, en plantas de cuatro genotipos de albahaca (CV= 9,98%).

Genotipo	Días después de la poda
'Mammoth'	8
'Lemon Mrs. Burn'	8
'Genovesa Dulce'	8
'Holy Red Green'	9

Con relación al inicio de las diferentes las fases fenológicas, en el Cuadro 7 se presentan los días en que ocurrieron los cambios de fase, considerando que se realizó una poda a los 32 ddt. Los resultados indicaron que no hubo diferencias significativas en los días en los cuales se iniciaron las fases evaluadas, pero en el caso del inicio de floración y de antesis, con valores de p de 0,09 y 0,07 respectivamente, fue evidente la tendencia de 'Holy Red Green' a que estos eventos ocurran más tarde (Figura 1).

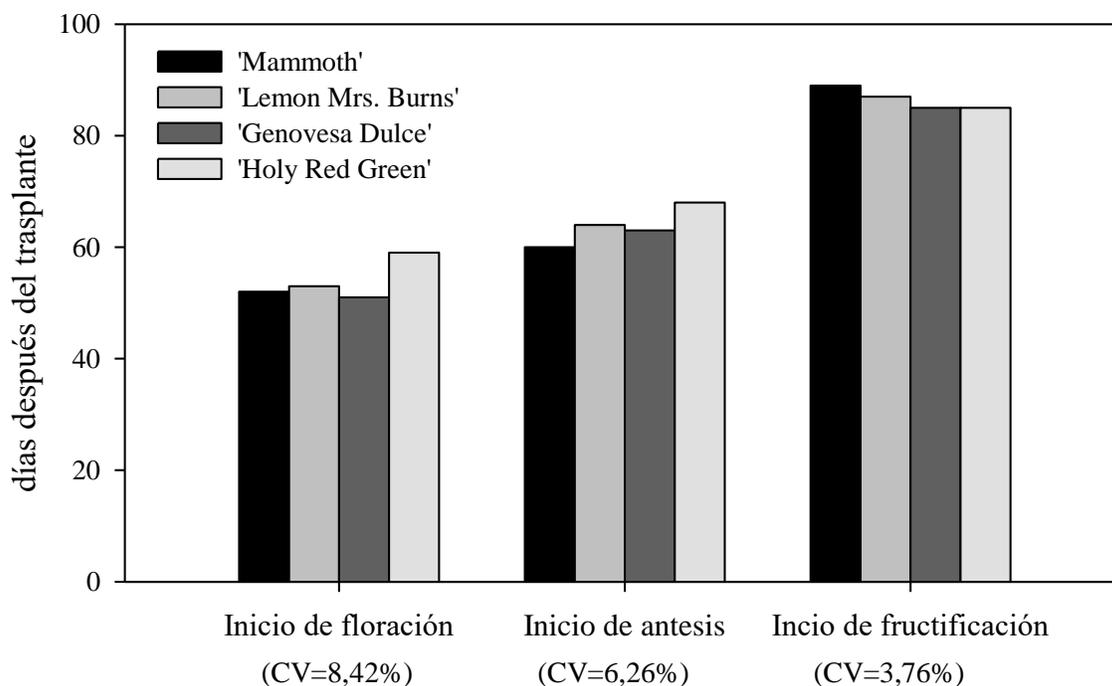


Figura 1. Tiempo en alcanzar las diferentes fases del desarrollo reproductivo en cuatro genotipos de albahaca.

Los valores promedio indicaron que el inicio de floración ocurrió entre los 52 y 59 ddt, el inicio de antesis entre los 60 y 68 ddt y en el caso del inicio de fructificación ocurrió entre los 85 y 89 ddt. Esto significa que el ciclo de la albahaca hasta el inicio de la fructificación, en líneas generales, es de aproximadamente 3 meses desde el momento del trasplante.

Por otro lado, al analizar la duración de los períodos entre fases se detectaron diferencias altamente significativas solo para los días entre antesis y fructificación ($p \leq 0,0001$). En la Figura 2 se puede observar que 'Holy Red Green' resultó el genotipo con el período más corto entre tales eventos (17 días), a pesar de mostrar una tendencia a ser más tardío en alcanzar la fase de floración ($p=0,09$). Por otra parte, 'Mammoth' fue el genotipo con la mayor duración entre antesis y fructificación (27 días). Los demás genotipos presentaron valores similares (22 días para 'Genovesa Dulce' y 23 para 'Lemon Mrs. Burns'). En general, la fase de mayor duración fue la que ocurrió entre establecimiento a floración (de 45 a 52 ddt), es decir la de crecimiento vegetativo, y la de floración a antesis fue la que duró menos tiempo (entre 8 y 13 días).

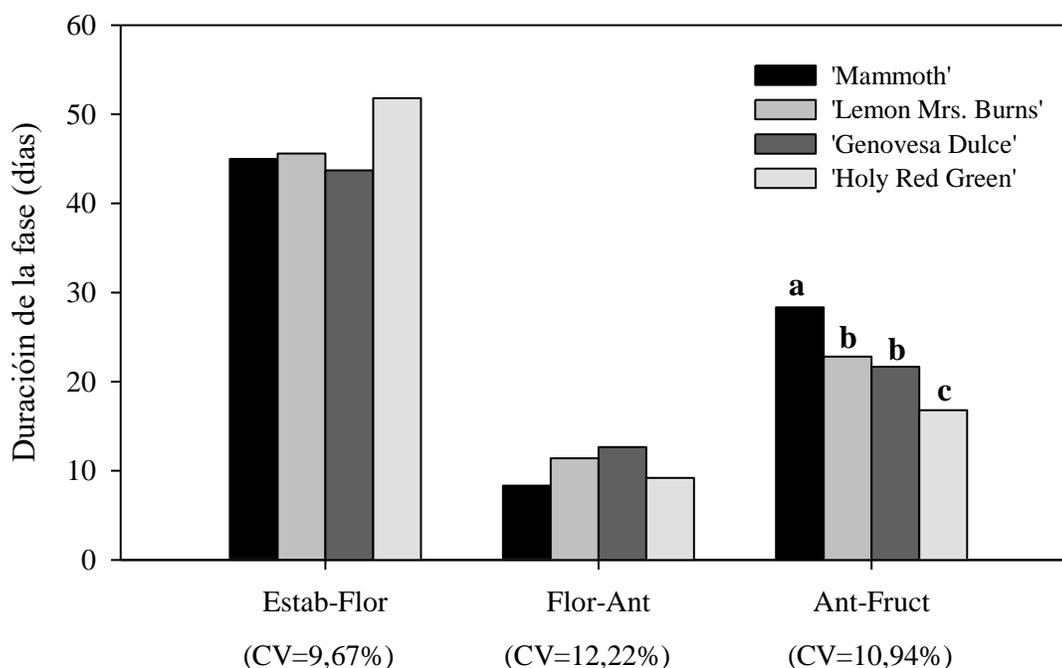


Figura 2. Duración de las diferentes fases del desarrollo en plantas de cuatro genotipos de albahaca (Letras diferentes sobre las barras para cada período indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos según prueba de Waller-Duncan, $p \leq 0,05$).

Al respecto, Echeverry *et al.* (1990) señalan que *O. basilimum* floreció a los 137 días y el ciclo tuvo una duración de 257 días, mientras que León (2015) indica ciclos de 102 a 107 días según el cultivar, con períodos entre floración y antesis de 7 a 8 días y de antesis a fructificación de 57 a 58 días. Por su parte, Nurzynska-Wierdak (2007) al estudiar por dos años consecutivos el comportamiento de 8 cultivares de albahaca, determinó que el inicio de floración fue dependiente de las condiciones ambientales y del cultivar, variando de 44 a 126 días. Colorado *et al.* (2013) señalan que el inicio de floración en albahaca ‘Genovesa’ ocurrió a los 61 días en condiciones de invernadero en la sabana de Bogotá ubicada a 2540 msnm. Estos resultados demuestran que las distintas fases fenológicas son respuestas ecofisiológicas basadas en procesos que responden a cambios ambientales siendo el fotoperíodo el factor fundamental que influye en la fenología de las especies, pero a su vez éste es modulado por variables climáticas como temperatura, precipitación, insolación o humedad relativa, y edáficas como la humedad del suelo (De Cara, 2006).

3. Consumo de agua total y durante las diferentes fases fenológicas del cultivo.

Los resultados indicaron que el consumo total de agua por parte de las plantas fue afectado por el genotipo, encontrándose diferencias altamente significativas ($p=0,0002$) en el análisis de la varianza. En la Figura 3 se muestran los valores obtenidos.

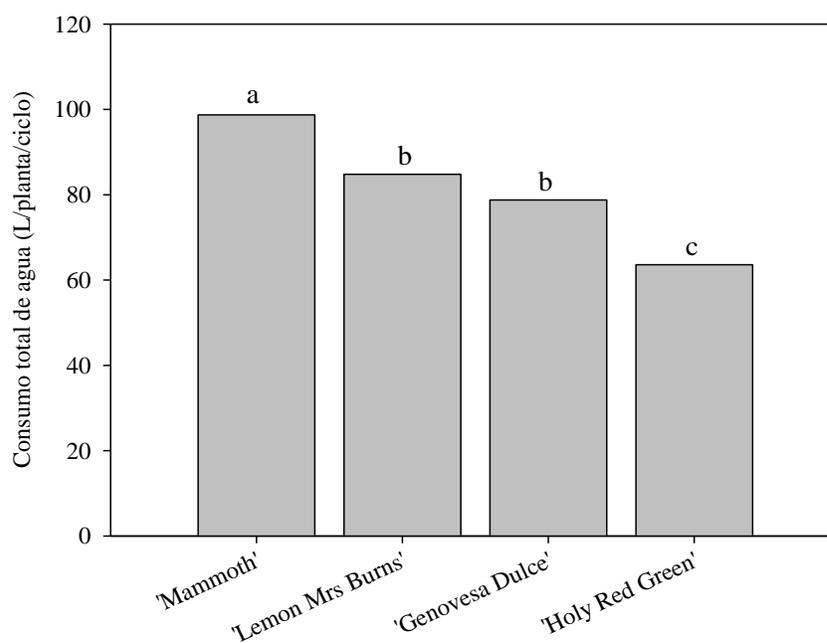


Figura 3. Consumo de agua durante todo el ciclo del desarrollo de las plantas, en cuatro genotipos de albahaca (CV=8,91%) (Letras diferentes sobre las barras indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos según prueba de Waller-Duncan, $p \leq 0,05$).

Como puede observarse 'Mammoth' fue el genotipo que presentó mayor exigencia hídrica, consumiendo en las condiciones evaluadas un total de 98,7 L/planta, seguido por 'Lemon Mrs. Burns' (84,8 L/planta) y 'Genovesa Dulce' (78,8 L/planta), con un comportamiento similar. El genotipo 'Holy Red Green' presentó el menor consumo (63,4 L/planta), lo que indica 35,3 L menos que 'Mammoth'; este volumen de agua resulta considerable si compara con los requerimientos de cultivos como patilla enana que necesita entre 73 y 76 L/planta en un ciclo de 78 días (Marques *et al.*, 2014). Valores cercanos a lo encontrado en este trabajo para 'Mammoth' ha sido reportado en tomate que requiere de 110 L/planta en el ciclo (Flores *et. al.*, 2007). Las diferencias encontradas entre los cultivares no parecen estar asociadas al crecimiento, considerando que el final del período de desarrollo las plantas, la altura y diámetro no evidenciaron correspondencia con el comportamiento en el consumo de agua. Al analizar los volúmenes de agua consumidos en las distintas fases fenológicas (Figura 4) se detectaron diferencias estadísticamente significativas solo entre antesis y fructificación ($p \leq 0,05$). El genotipo 'Mammoth' tuvo el mayor consumo de agua en esta fase (50,61 L/planta), seguido por

‘Lemon Mrs. Burn’ (37,32 L/planta) y ‘Genovesa Dulce’ (37,47 L/planta), siendo ‘Holy Red Green’ la de menor consumo (25,95 L/planta).

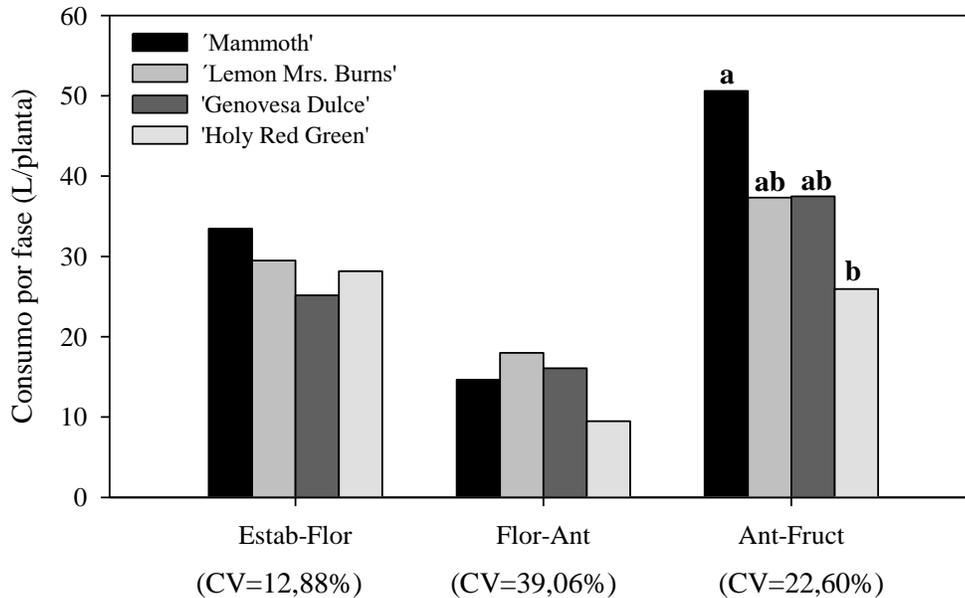


Figura 4. Consumo de agua en las diferentes fases del desarrollo de las plantas en cuatro genotipos de albahaca (Letras diferentes sobre las barras indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos según prueba de Waller-Duncan, $p \leq 0,05$).

Esta respuesta fue igual a la encontrada al evaluar el consumo total del ciclo, lo que indica que esta fase determina las diferencias entre los genotipos, básicamente por la duración variable del período.

Respecto al consumo relativo por etapa (Figura 5), es decir el porcentaje de agua consumido en cada fase con relación al total del ciclo, solo hubo diferencias en la fase entre establecimiento y floración ($p \leq 0,05$), indicando que del total consumido, ‘Holy Red Green’ es el que requiere más agua durante esta fase (45,04%) en comparación con los demás genotipos.

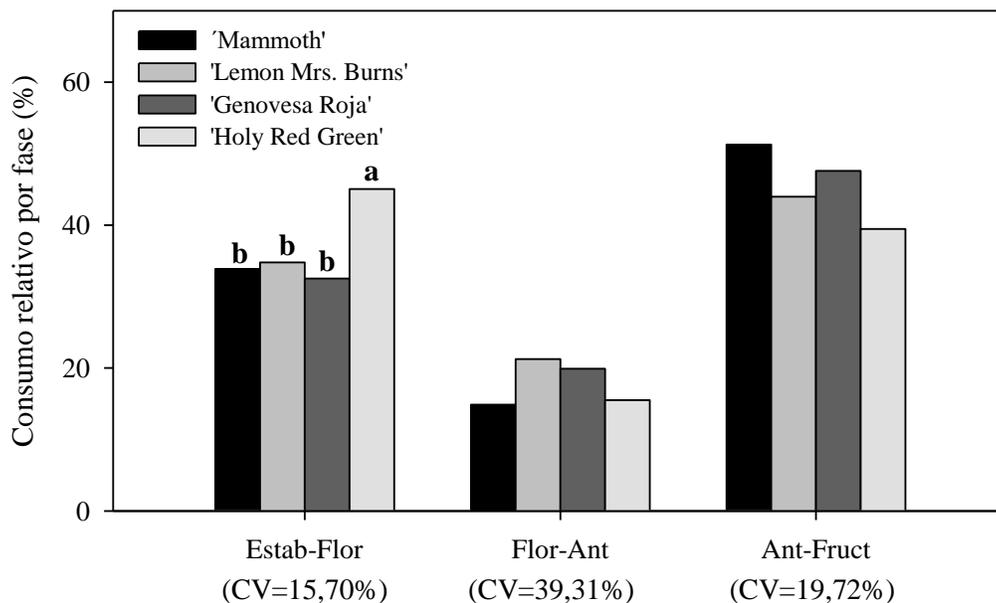


Figura 5. Consumo relativo de agua en las diferentes fases del ciclo de cuatro genotipos de albahaca (Letras diferentes sobre las barras para cada fase, indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos según prueba de Waller-Duncan, $p \leq 0,05$).

Cabe destacar que en la fase de antesis a fructificación, el consumo relativo de todos los genotipos fue mayor que en las otras fases de crecimiento, excepto en el caso de 'Holy Red Green', cuyo mayor consumo ocurrió entre el establecimiento y la floración (45,04%). Fernández señala que el mayor requerimiento hídrico de la albahaca se da en la etapa de crecimiento vegetativo, sin embargo, los resultados de esta investigación solo coinciden en el caso de 'Holy Red Green'. El consumo relativo entre antesis y fructificación varió entre 39,5 y 51,3%. El alto mayor consumo hídrico en la etapa final del ciclo podría estar asociados a la mayor cantidad de follaje para ese momento. En patilla, Marques *et al.* (2014) también observó diferencias entre cultivares con relación al consumo hídrico acumulado en la fase de floración a inicio de fructificación, no así en el consumo total del ciclo. En pepino, también se han reportado diferencias en los requerimientos por fase fenológica, siendo más exigente durante la fructificación, seguido por la fase de floración e inicio de fructificación con valores similares (Romero *et al.*, 2009), mientras que en plátano se ha señalado que el mayor consumo hídrico

ocurre en la época de floración, disminuyendo ligeramente hasta inicio de la formación del racimo (Castaño *et al.*, 2011).

Por otra parte, al analizar el consumo promedio diario en cada fase y en el total del ciclo, los análisis de varianza indicaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0,001$) entre los genotipos para los períodos entre establecimiento y floración, entre floración y antesis y para todo el ciclo. En la Figura 6 se puede observar que el genotipo ‘Mammoth’ tuvo el mayor consumo diario en las dos primeras fases y durante todo el ciclo; en el período entre antesis y fructificación, se observa la misma tendencia a pesar de que en esta fase no se detectaron diferencias significativas. En líneas generales, el consumo diario fue menor en la fase de floración para todos los genotipos con valores entre 0,54 y 0,74 L/planta, esto a pesar de consumir en ese período entre 32,52 y 45,04% del agua. En el período de floración a antesis, el consumo diario fue muy similar al observado entre antesis y fructificación en el caso de ‘Mammoth’ y ‘Lemon Mrs Burns’, pero en el caso de ‘Genovesa Dulce’ y ‘Holy Red Green, los consumos fueron diferentes, siendo menor entre floración y antesis.

En general, los valores determinados entre floración y antesis variaron entre 1,09 a 1,77 L/planta y en el caso de antesis a fructificación entre 1,50 y 1,79 L/planta. Estos valores superan a los reportados por Marques *et al.* (2015) en albahaca, los cuales fueron similares desde que la planta cubrió del 10 al 82% del suelo (de 0,218 a 0,273 L/planta, calculados a partir de la evapotranspiración del cultivo), alcanzado valores de 0,695 L/planta a partir del inicio de floración hasta la cosecha; estas variaciones pueden tener su explicación en el hecho de que estos valores fueron obtenidos bajo cultivo con densidades de población de 40.000 plantas/ha y en condiciones de clima y suelo diferentes. Cabe destacar que en esta investigación el suelo fue cubierto totalmente, ya que las plantas presentaron diámetros superiores al envase. En tomate cultivado en invernadero también se han reportado diferencias en el consumo diario variando desde 0,55 L/planta en el inicio del desarrollo hasta 1,0 L/planta en fructificación, pero el comportamiento del consumo acumulado por ciclo tuvo una respuesta similar (Flores *et al.*, 2007).

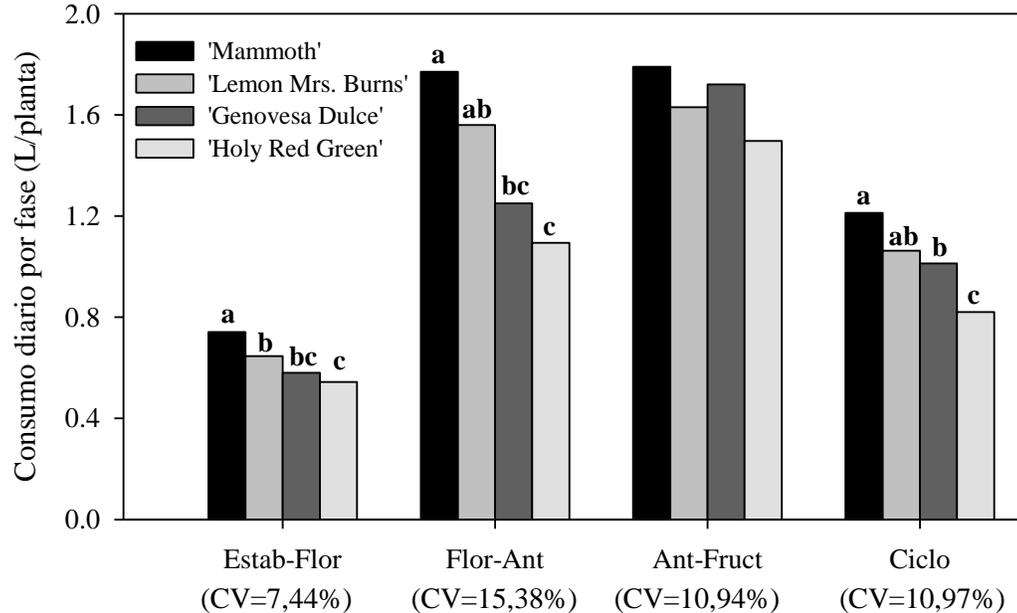


Figura 6. Consumo de agua diario promedio en las diferentes fases y durante todo el desarrollo de las plantas en cuatro genotipos de albahaca (Letras diferentes sobre las barras para cada fase y para el ciclo, indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, según prueba de Waller-Duncan, $p \leq 0,05$).

Como ya fue señalado, el requerimiento hídrico de las plantas está determinado por factores de clima, suelo y las características de la especie. Al evaluar la relación entre el consumo de agua de la albahaca, la duración de las fases fenológicas y la evapotranspiración de referencia (ET_o), se pudo constatar lo antes indicado; al observar que los coeficientes de correlación de Pearson resultaron altamente significativos para los períodos floración-antesis y antesis-fructificación (Cuadro 7). Para el caso de la primera fase, el nivel de probabilidad resultó cercano a la significación ($p=0,08$). Esto indica que tanto la duración de las fases de desarrollo como el clima representado por la ET_o tuvieron un efecto similar sobre el consumo de agua por parte de la planta. Esto ha sido también señalado por Defilipis *et al.* (2006) en lechuga al encontrar una alta correlación de la temperatura y radiación con la demanda hídrica del cultivo. Igualmente, Romero *et al.* (2009) indican que los requerimientos hídricos de los cultivos están fuertemente influenciados por la alta capacidad evaporativa de la atmósfera en los lapsos evaluados.

Cuadro 7. Relación entre el consumo de agua en cada fase, su duración y los valores de ETo en el período correspondiente.

Fases		De establecimiento a floración	De floración a antesis	De antesis a fructificación
Duración	r	0,44	0,80	0,84
	p	0,085	0,0002	0,0001
ETo acumulada	r	0,45	0,78	0,92
	p	0,081	0,0004	0,0001

r= coeficiente de correlación de Pearson; p= probabilidad.

CONCLUSIONES

1. El crecimiento de las plantas de los cuatro genotipos fue diferente principalmente en cuanto a la altura, siendo la de mayor tamaño ‘Mammoth’; ‘Holy Red Green’ presentó un crecimiento más lento hasta los 60 días después del trasplante.
2. El ciclo de la plantas hasta el inicio de la fructificación fue de aproximadamente 3 meses sin diferencias notables entre los genotipos evaluados, al igual como ocurrió con el inicio de la floración, antesis y fructificación.
3. La etapa entre establecimiento y floración, es decir, la fase vegetativa fue la de mayor duración alcanzando hasta 52 días, sin diferencias entre los genotipos. La duración entre floración y antesis fue corta no superando los 13 días y entre antesis y fructificación varió según el genotipo de 17 a 28 días, siendo mayor para el caso de ‘Mammoth’ y menor en ‘Holy Red Green’.
4. El consumo de agua durante todo el ciclo para los cuatro genotipos fue variable, siendo ‘Mammoth’ el de mayor consumo de agua (98,7 L/planta) y ‘Holy Red Green’ el de menor exigencia hídrica (63,4 L/planta); este mismo comportamiento se observó entre antesis y fructificación. En los demás períodos no se observaron diferencias entre los cultivares evaluados.

5. La fase de mayor consumo fue entre antesis y fructificación, luego entre establecimiento y floración y finalmente entre floración y antesis, observándose en el cultivar 'Holy Red Green' un consumo relativo de agua diferencialmente mayor durante la primera fase.
6. El consumo de agua diario fue mayor durante las fases floración-antesis y antesis-fructificación, observándose valores promedio diarios en todo el ciclo de 0,82 L/planta para 'Holy Red Green', 1,0 L/planta en 'Genovesa Dulce', 1,1 L/planta en 'Lemos Mrs. Burns' y 1,2 L/planta en 'Mammoth'.
7. El consumo de agua por parte de la planta fue dependiente de la duración de las fases fenológicas y de la ETo; es decir de la fenología de la planta y del clima.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abduelrahman, A.H.N.; S.A. Elhuseein; N.A.I. Osman; A.H. Nour. 2009. Morphological variability and chemical composition of essential oils from nineteen varieties of basil growing in Sudan. *Internacional Journal of Chemical Technology* 1(1):1-10.

Ade-Ademilua E.O.; H.O Obi; L.E Craker. 2013. Growth and essential oil yield of african basil, *Ocimum gratissimum*, under light and water stress. *Journal of Medicinally Active Plants* 1(4):143-149.

Alishah H.M.; R. Heidari; A. Hassani; A.A. Dizaji. 2006. Effect of Water Stress on Some Morphological and Biochemical Characteristics of Purple Basil (*Ocimum basilicum*). *Journal of Biological Sciences* 6 (4):763-767.

Aradooei S.; A.R. Zakeron; A. Aboutalebi. 2013. Effect of different levels of irrigation period and foliar application of metanol on essence of sweet basil (*Ocimum basilicum L.*). *Annals of Biological Research*, 4(6):220-223.

Barroso L.; E. Jerez. 2000. Comportamiento de las relaciones hídricas en la albahaca blanca (*Ocimum basilicum* L.) al ser irrigadas con diferentes volúmenes de agua. . Cultivos Tropicales. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Cuba. 21(3):57-59.

Castaño P., A.M.; M. Aristizábal L.; H. González O. 2011. Requerimientos hídricos del plátano Dominicano Hartón (*Musa* AAB Simmonds) en la Región Santágueda, Palestina, Caldas. Agronomía 19(1):57-67.

Colivet J.; G. Marcano G.; G. Belloso; D. Brito; E. Gómez E. 2011. Efecto antimicrobiano de extractos etanólicos de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) sobre el crecimiento de *Staphylococcus aureus*. Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos 2(2):313-320.

Colorado, F.; I. Montañez; C. Bolaños; J. Rey. 2013. Crecimiento y desarrollo de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) bajo cubierta en la sabana de Bogotá. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica 16(1):121-129

De Cara G., J.A. 2006 La observación fenológica en agrometeorología. Reportaje. Ambienta, marzo p. 64-70. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_am/am_2006_53_64_70.pdf [Consulta: 15 marzo 2016].

Defilipis, C.; S. Pariani; A. Jiménez; C. Bouzo. 2006. Respuesta al riego de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivada en invernadero. III Jornadas de Actualización en Riego y Fertirriego. Facultad de Ciencias Agrarias. Mendoza Argentina. 8 p. Disponible en: <http://www.ina.gob.ar/pdf/CRA-IIIFERTI/CRA-RYD-4-Defilipis.pdf> . [Consulta: 15 marzo 2016].

Echeverry O., S.H.; J.E. Muñoz F.; C.H. Tamayo. 1990. Estudio del crecimiento y fenología de las especies de albahaca, *Ocimum basilicum* L., *Ocimum mínimum* L., y *Ocimum gratissimum* Hook. Acta Agronómica 40(1-2):51-63.

Ekren, S.; Ç. Sönmez; E. Özcakal; Y.S. Kukul K.; E. Bayram; H. Gürgülü. 2012. The effect of different irrigation water levels on yield and quality characteristics of purple basil (*Ocimum basilicum* L.). *Agricultural Water Management* 109:155-161

Fernández, V. 2004. Fichas de cultivo de especies aromáticas tradicionales. En: Estudios en domesticación y cultivo de especies medicinales y aromáticas nativas. Serie 11, IPTA-INIA, Las Brujas, Uruguay. pp. 205-208.

Flores, J.; W. Ojeda-Bustamante; I. López; A. Rojano; I. Salazar. 2007. Requerimientos de riego para tomate de invernadero. *Terra Latinoamericana*, 25(2):127-134.

Galego, R. 1998. Evaluación del impacto de la sequía en distintos períodos fenológicos del albaricoquero. Mecanismos de resistencia. Tesis Doctoral. Facultad de Biológicas. Universidad de Murcia. España. 278 p.

Ghamarnia, H; D. Amirkhani; I. Arji. 2015. Basil (*Ocimum basilicum* L.) water use, crop coefficients and SIMDualKc model implementing in a semi-arid climate. *International Journal of Plant & Soil Science* 4(6):535-547.

Hiltunen K.; Y. Holm. 1999. Essential oil of *Ocimum*. In: Hiltunen, R.; Y. Holm (Eds.). *Basil: The Genus Ocimum*. Harwood Academic Publishers. The Netherlands. p. 77-111.

Ingram, D.L.; R.W. Henley; T.H. Yeager. 1990. Diagnostic and monitoring procedures for nursery crops. Florida Cooperative Extension Service. University of Florida. Bulletin 556. 11 p.

Jerez M.E.; L.F. Barroso. 2002. Comportamiento de la albahaca blanca (*Ocimum basilicum* L.) ante reducciones de las cantidades de agua aplicada por fases del desarrollo. *Cultivos Tropicales*. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Cuba. 23:39-46.

Kew Royal Botanical Garden. 2015. *Ocimum tenuiflorum* (holy basil). Discover plants and fungi. Kew Science. Londres (Inglaterra). Disponible en: <http://www.kew.org/science-conservation/plants-fungi/ocimum-tenuiflorum-holy-basil>. [Consulta: 15 marzo 2016].

Khalil E.S., G.N. A-Aziz; L.H.B. Abou. 2010. Effect of water stress, ascorbic acid and spraying time on some morphological and biochemical composition of *Ocimum basilicum* plant. Journal of American Science 6(12):33-44.

León P., G.A. 2015. Evaluación agronómica de cuatro genotipos de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) cultivados en condiciones protegidas y campo abierto. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 30 p.

Martín S.O., F., J.A. De Juan V. 1993. Agronomía del Riego. Mundi-Prensa. Madrid. 732 p.

Marques, P.A.A.; J.V José; H.S Rocha; E.F Fraga Jr.; D.A Soares; S.N Duarte. 2015. Consumo hídrico do manjeriço por meio de lisímetro drenagem. Irriga, Botucatu, 20(4):745-761.

Marques, G.N.; R.M. Nogueira P.; I. Lago; L.V. Ferreira; L. Perin. 2014. Fenología, consumo hídrico, rendimiento e qualidade de minimelancia em hidroponia. Revista de la Facultad de Agronomía La Plata. 113(1):57-65

Méndez N.J.; F. Ybarra; P.J. Merazo. 2010. Germinación y desarrollo de plántulas de tres híbridos de maíz bajo soluciones osmóticas. VI. Comparación entre cinco soluciones osmóticas. Tecnológica ESPOL-RTE 1:55-60.

Nurzynka-Wierdak R. 2007. Comparing the growth and flowering of selected basil *Ocimum basilicum* L. varieties. Acta Agrobotánica 60 (2):127-131.

Palma T., A.G. 2015. Efecto del ácido salicílico sobre el desarrollo de la planta de dos cultivares de albahaca (*Ocimum basilicum* L.). Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 39 p.

Pandey, G.; S. Madhuri. 2010. Pharmacological activities of *Ocimum sanctum* (tulsi): a review. International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research 5(1):61-66.

Paton A.; M.R. Harley; M.M. Harley. 1999. *Ocimum*: an overview of classification and relationships. In: Hiltunen, R.; Y. Holm (Eds.).Basil: The Genus *Ocimum*. Harwood Academic Publishers. The Netherlands. pp. 1-38.

Pattanayak, P.; P. Behera; D.Das; S.K. Panda. 2010. *Ocimum sanctum* Linn. A reservoir plant for therapeutic applications: An overview. Pharmacognosy Reviews. 4(7):95-105.

Putievsky, E.; B. Galambosi. 1999. Production systems of sweet basil. In: Hiltunen, R.; Y. Holm (Eds.).Basil: The Genus *Ocimum*. Harwood Academic Publishers. The Netherlands. pp. 39-65.

Refaat A.M.; M.M. Saleh. 1997. The combined effect of irrigation intervals and foliar nutrition on sweet basil plants. Bulletin of Faculty of Agriculture University of Cairo 48:515-527.

Romero, E.; A. Rodríguez; L. Rázuris; J. Suniaga; E. Montilla. 2009. Estimación de las necesidades hídricas del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.), durante las diferentes etapas fenológicas, mediante la tina de evaporación. Agricultura Andina 16 (enero-junio):56-69

Simon E., J.; M.R. Morales; W.B. Phippen; R.F. Vieira; Z. Hao. 1999. Basil: A Source of Aroma Compounds and a Popular Culinary and Ornamental Herb, In: J. Janick (ed.), Perspectives on new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, VA. pp. 499-505.

Vega M., G.; M.C. Escandón; R. Soto; A. Mendoza. 2010. Instructivo técnico del cultivo de la albahaca (*Ocimum basilicum* L.) en Cuba. Disponible en: <http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/5178/albahaca.pdf> [Consulta: 16 julio 2014].