

# Estudio del régimen de humedad de tres tipos de turba en la etapa de propagación de la albahaca (*Ocimum basilicum* L.)

Studying the humidity of three types of peat during the propagation stage of basil (*Ocimum basilicum* L.)

Ana María Martínez<sup>1</sup>, Jaime Torres<sup>2</sup> y Armando Campos<sup>3</sup>

**Resumen:** Se estudió el comportamiento del régimen de humedad de tres tipos de con características diferentes y su efecto en la propagación de la albahaca; los sustratos utilizados fueron: turba 100% rubia de origen alemán (tratamiento 1), turba en mezcla 60% rubia y 40% negra también de origen alemán (tratamiento 2) y turba 100% rubia de origen canadiense que presentaba adición de perlita y vermiculita (tratamiento 3). En el ensayo para cada uno de los sustratos se evaluó la evaporación en bandejas de propagación sin plántulas, la transpiración en bandejas de propagación con plántulas y el sustrato cubierto, y la evapotranspiración en bandejas de propagación con plántulas. Estas bandejas constituyeron la unidad experimental. El diseño escogido fue completamente al azar con tres tratamientos y cinco repeticiones. Las variables establecidas para la evaluación fueron: 1) pérdida de agua, 2) porcentaje de germinación, 3) altura de planta, 4) número de hojas y 5) peso fresco. Los resultados de este estudio permitieron concluir que el sustrato que perdió menos agua fue la turba 100% rubia de origen canadiense; en cuanto a la germinación, el crecimiento y el desarrollo de plantas, con la turba en mezcla 60% rubia y 40% negra de origen alemán se obtuvo la mejor respuesta.

**Palabras clave adicionales:** Retención de humedad, sustratos, bandejas de propagación, evaporación, transpiración, evapotranspiración.

**Abstract:** This work was carried out in the Universidad Nacional de Colombia's Agronomy Faculty greenhouses during the first six months of 2002, aimed at studying how humidity behaved in three types of peat and its effect on the propagation of basil. The substrates used in the assays were 100% German golden peat (treatment 1), mixed 60% golden - 40% black German peat (treatment 2) and 100% Canadian golden peat, presenting added perlite and vermiculite (treatment 3). The following variables were evaluated for each substrate base: evaporation in propagation trays without plants, transpiration in propagation trays with plants and covered substrate and evapo-transpiration in propagation trays with plants. The three trays mentioned above constituted the experimental unit. A completely randomised design was used with three treatments; experiments were repeated five times. The variables measured were (1) water loss, (2) percentage germination, (3) plant height, the (4) number of leaves and (5) fresh weight. Analysing this study's results led to the conclusion that: (a) 100% golden Canadian peat moss (added vermiculite and pearlite) presented the least water loss and that plant germination, (b) growth and development showed a better response with the 60% golden - 40% black German peat mixture.

**Additional key words:** Water retention, substrate, propagation tray, evaporation, transpiration, evapotranspiration.

## Introducción

EL MANEJO Y LAS TÉCNICAS CULTURALES utilizadas en la propagación de material vegetal hortícola han experimentado cambios rápidos y notables en los últimos

años (diseño de invernaderos, riego automatizado, etc.). Simultáneamente con estos cambios tecnológicos se ha producido una notable sustitución de la propagación tradicional en suelo, por el uso de otros soportes o sustratos minerales u orgánicos, los cuales proveen a

Fecha de recepción: 29 de abril de 2004  
Aceptado para publicación: 27 de mayo de 2005

1 Ingeniera Agrónoma, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. e-mail: amartinez441@yahoo.com

2 Profesor Asociado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. e-mail: jtorresb@unal.edu.co

3 Profesor Asistente, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. e-mail: acampostr@unal.edu.co

la planta de condiciones ideales para su crecimiento y desarrollo (Ballester, 1992).

Un sustrato debe cumplir cuatro funciones básicas: 1) suministrar nutrientes, 2) proporcionar y/o mantener el agua, 3) permitir el intercambio de gases desde y hacia las raíces, 4) proporcionar soporte a las plantas. De las anteriores, principalmente la última depende del sustrato, las otras tres dependen principalmente del productor, siendo necesario que éste busque y se apropie de nuevas tecnologías de propagación con el fin de mejorar las condiciones bajo las cuales lleva a cabo su proceso productivo, haciéndolo más eficiente y rentable (Reed, 1999). Claro está que los contenidos de agua y aire en un sustrato, tan importantes para el éxito de una propagación, dependen principalmente de la porosidad del mismo (Gavande, 1986). La propagación en turba ofrece a los productores la posibilidad de unificar los sustratos, simplificar los trabajos, elevar los rendimientos y disminuir los costos finales.

Los estudios con turba realizados hasta ahora señalan posibilidades importantes de uso: como combustible para la generación de electricidad, en la producción de cemento, en la cocción de alimentos y otros usos locales; también como componente en la fabricación de fertilizantes, presentando un uso potencial para el mejoramiento de suelos (Cubasolar, 2000). Por ejemplo, en Chile se extrae turba con características diferentes a la turba de los países nórdicos, básicamente por los procesos que precedieron la formación del material; ésta es utilizada en la horticultura, como acondicionador de tierras en cultivos, como cobertura de suelos, como sustratos para jardines y azoteas; para el almacenaje de frutas, verduras y bulbos de flores que se envían al mercado en hidroponía; como materia orgánica en suelos para cultivos de hongos con fines industriales, especialmente en la producción de champiñones, en lo que aventaja a otros tipos de sustratos por el color blanco que se obtiene en el producto final; también como vehículo para la aplicación de abonos muy solubles, impidiendo que el nutriente colocado en el suelo sea arrastrado por las aguas de drenaje. Es importante reconocer que el uso constante de turba puede evitar cambios bruscos en la temperatura del suelo y la planta, lo cual evita daños por heladas (Crignola y Ordóñez, 2002). En Finlandia particularmente, la turba ha sido utilizada para la horticultura como medio de cultivo durante más de 35 años. Durante este tiempo se ha comprobado que la turba es el mejor medio para numerosos cultivos (Kekkilä, 1998).

El uso de la turba en Colombia se ha intensificado en los últimos 10 años debido, especialmente, al proceso de apertura económica que facilitó la importación de nuevos productos con tecnología ajustada a las necesidades. Los estudios con la turba realizados en el país han sido experimentales, ajustándose a requerimientos específicos del usuario, pero comparativamente con los avances de otros países, tales como Alemania, Irlanda, Finlandia ó Canadá, donde su uso ya está establecido, falta mucho por aprender. Trabajos sobre el comportamiento de la turba y los contrastes que se puedan presentar entre materiales con origen y/o procesos de factoría diferentes aún están por realizarse en el país.

Desde el punto de vista edafológico, la turba se define como la forma disgregada de la vegetación de un pantano. Descompuesta de modo incompleto a causa del exceso de agua y la falta de oxígeno, se va depositando con el transcurso del tiempo en su sitio de origen. Se considera como el sustrato universal debido a las cualidades físicas que presenta, ya que actúa como una esponja gracias a su componente principal, el musgo *Sphagnum sp.*, el cual está libre de patógenos y permite ser utilizado sin necesidad de una desinfección previa. Por limitaciones de nutrientes en el medio, por las reacciones ácidas y por el exceso de agua constante en las turberas, los medios de vida, la multiplicación y el desarrollo de microorganismos es complejo. Considerando lo anterior se puede decir que la turba no es un medio absolutamente estéril, pero, el contenido en microorganismos es relativamente bajo, al compararlo con un sustrato común para propagación (Penningsfeld y Kurzmann, 1983). En propagaciones con sustrato de turba, realizadas bajo condiciones de limpieza y desinfección de herramientas y equipos, el peligro de problemas fitosanitarios se reduce significativamente frente a otros tipos de sustratos, que posiblemente sí han necesitado de alguna desinfección previa al uso. Sin embargo, se deben tomar medidas higiénicas de cultivo, tales como evitar la mezcla del sustrato con tierra de cultivo, la cual puede contener agentes patógenos, a fin de prevenir una posible contaminación de la turba.

Por otra parte, aunque el mercado internacional de las hierbas aromáticas colombianas aún es incipiente, éstas se proyectan como un importante renglón de las exportaciones. Colombia cuenta con una variedad cercana a 120 especies, las cuales tienen grandes expectativas de comercialización, especialmente en países como Alemania, Holanda, Reino Unido, España y Francia. Entre las especies más cultivadas en el país se encuentran la albahaca, la

manzanilla y el cilantro (UN Periódico, 2000). Desde el punto de vista económico, la albahaca presenta una de las mejores proyecciones a nivel internacional gracias al sinnúmero de posibilidades de uso, principalmente como condimento en la cocina; también se le atribuyen beneficios como hierba medicinal e incluso para la fabricación de aceites esenciales y perfumes.

En Colombia, la albahaca se encuentra en la sub-partida arancelaria de exportación entre “las demás de las demás especias”. En el año 2001 se alcanzó un volumen de ventas de 33.219 kg, equivalentes a 638 kg/semana, con un valor total FOB de US\$ 70.698 con un valor de US\$ 2,12 por kg; mientras que en el año 2002, entre enero y septiembre, el volumen transado llegó a 7.990 kg equivalentes a 204,87 kg/semana, con un valor FOB de US\$ 35.126 aumentando el valor a US\$ 4,39 por kg (Proexport, 2002). Cabe resaltar que hasta el mes de septiembre del año 2002 el volumen había disminuido en una cuarta parte pero su valor se mantuvo y sólo se redujo a la mitad.

Se consideró la importancia que para el desarrollo del país representa investigar sobre nuevas tecnologías que mejoren la competitividad del renglón agrícola, las cuales estén acordes con las necesidades internacionales. Por consiguiente, el presente trabajo tuvo dos objetivos: estudiar y dar a conocer el comportamiento del régimen de humedad de tres tipos de turba con características diferentes y determinar en cuál de éstas la albahaca presentaba una mejor respuesta en términos de crecimiento y desarrollo en su etapa de propagación.

Para conocer el régimen de humedad de la turba se evaluaron los componentes de evaporación, transpiración y evapotranspiración, los cuales se definen así:

**Evaporación.** Es un proceso en el cual el agua pasa de estado líquido a vapor en condiciones naturales (Villala y Mattos, 1978). La evaporación del suelo consiste en la liberación de agua hacia el ambiente. Pero desde las hojas también se presenta otro tipo de evaporación, la del agua interceptada por el follaje, ya sea por lluvia, rocío, riego, etc. Este retiene en su superficie cantidades considerables de agua, parte de la cual no llega a alcanzar el suelo ni a ser absorbida por la vegetación, siendo evaporada directamente (Sánchez, 1990).

**Transpiración.** Consiste en la transferencia de agua desde la planta a la atmósfera, proceso en el cual la planta pierde agua en forma de vapor (Barceló *et al.*, 2001). La

mayor parte del agua absorbida por medio de las raíces de las plantas se transfiere a la atmósfera a través de los estomas ubicados en las hojas (Salisbury y Ross, 1994).

**Evapotranspiración.** Se considera como la suma de la evaporación y la transpiración (Israelsen y Vaught, 1965). En consecuencia, incluye tanto la evaporación del agua líquida o sólida directamente de todas las superficies vegetales y el suelo –que interceptan el rocío, la escarcha, la lluvia, el riego, etc.–, así como las pérdidas de agua producida *a través* de las superficies vegetales, particularmente las hojas. La evapotranspiración depende de las prácticas de riego, de la duración del período de crecimiento, de las precipitaciones, del contenido de humedad del suelo y de condiciones ambientales tales como la humedad relativa y la temperatura. Estas prácticas pueden afectar o no la apertura de los estomas, ya que están idealmente adaptados para absorber CO<sub>2</sub> de la atmósfera y liberar agua por transpiración; sin embargo, los estomas pueden cerrarse cuando cesa la fotosíntesis y la absorción de CO<sub>2</sub> como ocurre en la mayor parte de plantas (Salisbury y Ross, 1994).

## Materiales y métodos

Este trabajo se enmarcó dentro del Proyecto de Hierbas Aromáticas Tipo Exportación, de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Se llevó a cabo en un invernadero de propagación del mismo proyecto, el cual es cerrado y cuenta con un área de 240 m<sup>2</sup>, una temperatura promedio máxima de 34,8° C y mínima de 14,2° C y una humedad relativa máxima en promedio de 100% y mínima de 59,8%; este invernadero se encuentra en la Sabana de Bogotá, a una altitud de 2.600 m.s.n.m.

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con tres tratamientos (sustratos); la unidad experimental consistió en tres bandejas (evaporación, transpiración y evapotranspiración) y se realizaron cinco repeticiones. Como sustrato se utilizaron tres tipos de turba: 1) turba 100% rubia de origen alemán (T1); 2) turba de origen alemán, que desde la fábrica viene con la mezcla 60% rubia y 40% negra (T2); y 3) turba 100% rubia de origen canadiense que trae desde la factoría 20% de perlita y 10% de vermiculita (T3). Se utilizaron bandejas de propagación de 200 alvéolos y semilla de albahaca genovesa (*Ocimum basilicum* L.), variedad que se comercializa en los mercados internacionales. Una

semilla tiene un tamaño promedio de 2 mm<sup>2</sup> y 1 g contiene aproximadamente 645 semillas.

Para evaluar el régimen de humedad de los sustratos se llenaron todas las bandejas de propagación, con una cantidad conocida de turba prehidratada, la cual fue llevada a punto de humedad para la siembra. Este punto se establece de manera cualitativa, cuando al tomar una pequeña cantidad de turba en la mano y al apretarla levemente escurre agua entre los dedos y se forma un agregado que se deshace fácilmente al tocarlo.

A fin de evaluar el comportamiento de la evaporación de los sustratos, las bandejas seleccionadas se prepararon para la siembra, pero no se sembraron. Para evaluar la transpiración de las plántulas se cubrieron con plástico las bandejas dejando un espacio de 0,5 cm de diámetro en el centro de cada alvéolo para sembrar una semilla por sitio. El comportamiento de la evapotranspiración se evaluó con bandejas sembradas (una semilla por sitio), tal como en un proceso de propagación normal. El ensayo se realizó en un banco de propagación bajo condiciones homogéneas para todas las bandejas.

Para disminuir el ataque de los pájaros a las plántulas recién emergidas y para controlar la caída de agua a las bandejas por condensación desde el techo del invernadero o por el riego de bancos aledaños, se cubrió el banco con plástico en la parte superior y el lateral derecho; por el costado izquierdo y debajo de las bandejas se cerró con polisombra al 40% permitiendo así el intercambio gaseoso.

En este trabajo se determinó la pérdida de agua por las diferencias de peso de las bandejas en días consecutivos. Se pesó la cantidad de turba necesaria para llenar cada bandeja y se midió la cantidad de agua para hidratarla y llevarla a punto de siembra; se llenaron las bandejas con esta turba y se pesó todo el sistema. Este procedimiento se llevó a cabo hasta el día 29 cuando el 75% de las plántulas estaban listas para trasplante. El riego se realizó comparando el peso inicial (peso 0) con el peso que presentaba cada bandeja día a día (peso 1: evaluación día 1, peso 2: evaluación día 2, peso *n*: evaluación día *n*). Posteriormente, colocando la bandeja sobre una balanza, se procedió a regar

hasta llevar la bandeja al peso inicial. El riego se efectuó diariamente en forma manual, utilizando una motobomba y una lanza C-35.

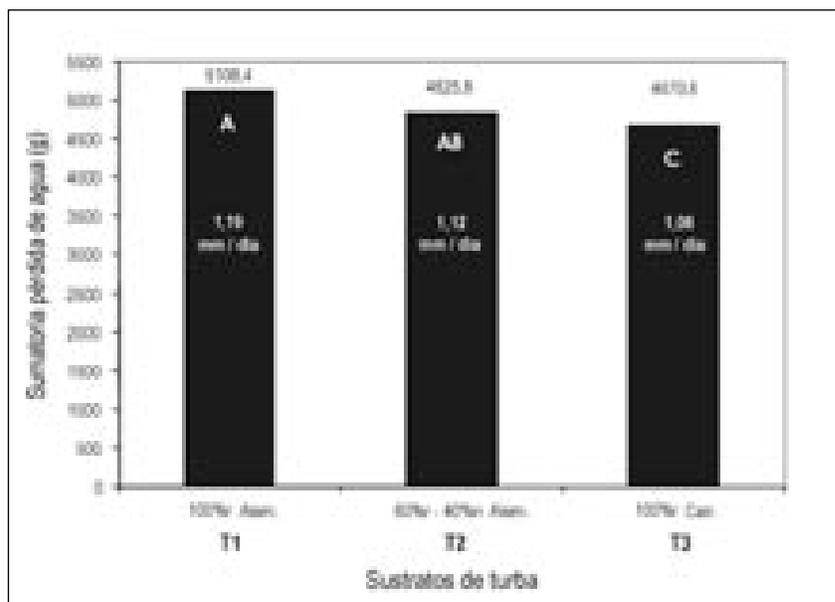
Se midieron las siguientes variables: 1) pérdida de agua, evaluando evaporación, transpiración y evapotranspiración; 2) porcentaje de germinación; 3) altura de planta; 4) número de hojas; 5) peso fresco.

El análisis estadístico bajo el cual se estudiaron todos los datos obtenidos de este ensayo fue GLM SAS® versión 8.2; así mismo, se aplicó la prueba de comparación entre tratamientos DMS, protegida por Fisher, mientras para la distribución normal de residuales se dispuso la prueba de Shapiro-Wilk; la homogeneidad de varianzas se midió mediante la prueba de Barlett.

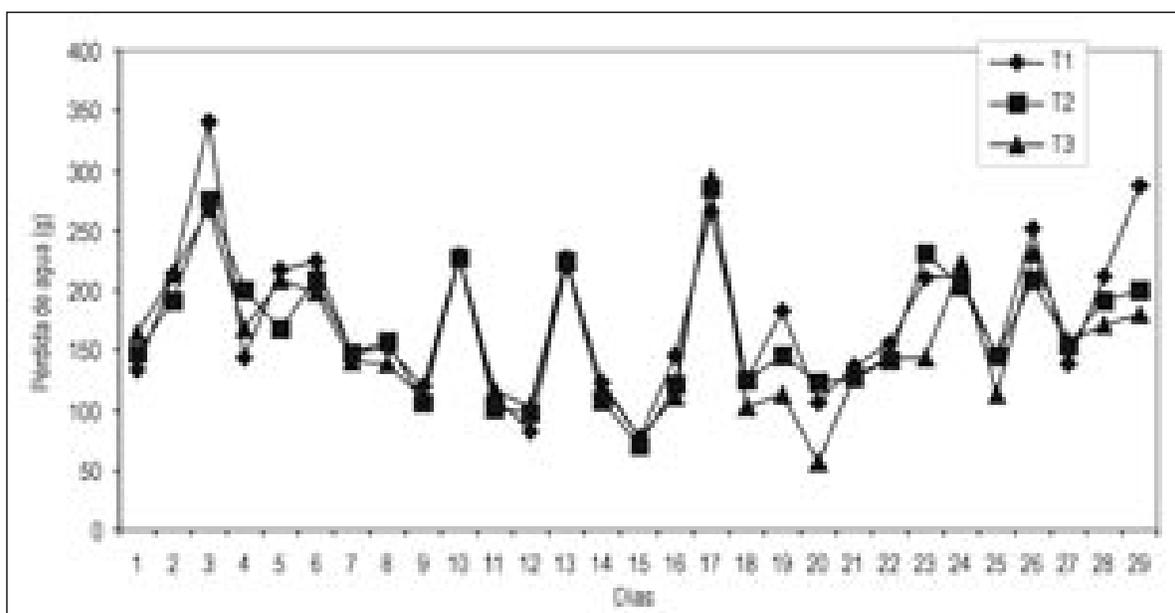
## Resultados y discusión

### Evaluación por unidad experimental

**Evaporación.** Para este parámetro se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. En la Figura 1 se observa que no se presentaron diferencias entre T1 (turba alemana 100% rubia) y T2 (turba alemana en mezcla 60% rubia y 40% negra), ni entre la anterior T2 con T3 (turba canadiense 100% rubia), pero si entre la primera T1 y la última T3. El sustrato que presentó la menor pérdida



**Figura 1.** Pérdida de agua por evaporación total y promedio diaria de los sustratos T1, T2 y T3. Los tratamientos que comparten letra no presentan diferencias significativas según la prueba de Duncan  $P < 0,05$ .



**Figura 2.** Evaporación diaria para todos los sustratos.

de agua por evaporación fue T3, pues entregó el menor porcentaje de agua al medio. Esto se explica por el proceso de cosecha y recolección a la cual es sometida esta turba y que se asocia con granulometría fina y se asocia directamente con un alto porcentaje de poros pequeños, lo que garantiza un reservorio de agua disponible para la planta, y un bajo porcentaje de poros grandes para aireación e infiltración, lo cual indica que el sustrato retiene el agua fuertemente.

Al evaluar la Figura 2 no se ve una diferencia marcada respecto de la pérdida de agua. Hay que tener en cuenta que sólo se evaluó el efecto acumulativo a lo largo de todo el ensayo.

**Transpiración.** La evaluación de este parámetro presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos T2 (turba de origen alemán en mezcla 60% rubia y 40% negra), frente a T3 (turba canadiense 100% rubia) y T1 (turba alemana 100% rubia), los cuales tuvieron una pérdida de agua muy similar (Figura 3). En la Tabla 1 se pueden apreciar las diferencias en crecimiento y desarrollo de las plántulas de T2 frente a las de T1 y de T3. De acuerdo a lo anterior, las plántulas que alcanzaron una mayor área foliar fueron las del T2, lo que ocasionó que las pérdidas de agua por transpiración fueran más altas, aunque ello favoreció su desarrollo potencial.

**Tabla 1.** Características de crecimiento y desarrollo de las plántulas en la evaluación de transpiración.

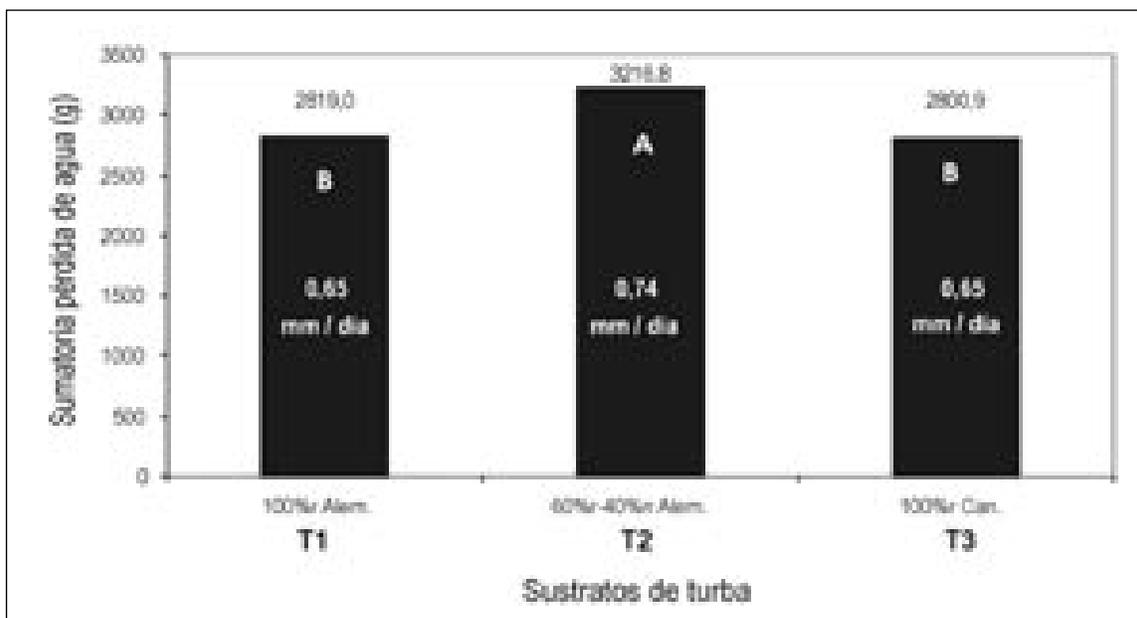
Tratamiento		Altura promedio de plántulas (cm)	Tamaño hojas (cm <sup>2</sup> )	Peso promedio de plántulas (g)
T1	Turba 100% rubia Alemana	4,0 b	1,5 b	0,7 b
T2	Turba 60% rubia – 40% negra Alemana	6,5 a	5,8 a	1,3 a
T3	Turba 100% rubia Canadiense	2,1 b	0,5 b	0,3 b

Los tratamientos con letras diferentes indican diferencias significativas según la prueba de Duncan  $P < 0,05$ .

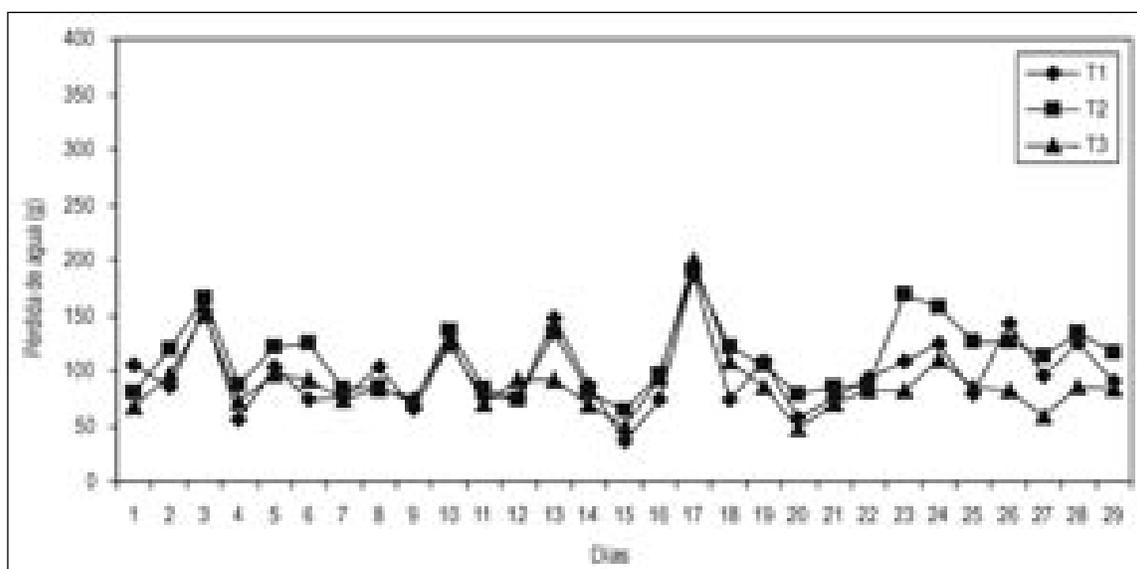
En la Figura 4 se puede apreciar que no existen diferencias significativas entre T1 y T3. Es importante destacar que las plántulas propagadas en T3 presentaron un crecimiento y desarrollo inferior frente al de las plántulas desarrolladas en los sustratos T1 y T2 (Tabla 1).

**Evapotranspiración.** Como lo muestran las Figuras 5 y 6 no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, puesto que las pérdidas de agua por la evapotranspiración se conjugan con las pérdidas por evaporación del sustrato, al igual que las pérdidas por transpiración de las plántulas, para así dar lugar a una respuesta final diferencial.

Teniendo en cuenta el crecimiento y desarrollo que alcanzaron las plántulas en T2 (Tabla 2), la pérdida de



**Figura 3.** Pérdida de agua por transpiración total y promedio diaria de los sustratos T1, T2 y T3. Los tratamientos con letras diferentes indican diferencias significativas según la prueba de Duncan  $P < 0,05$ .



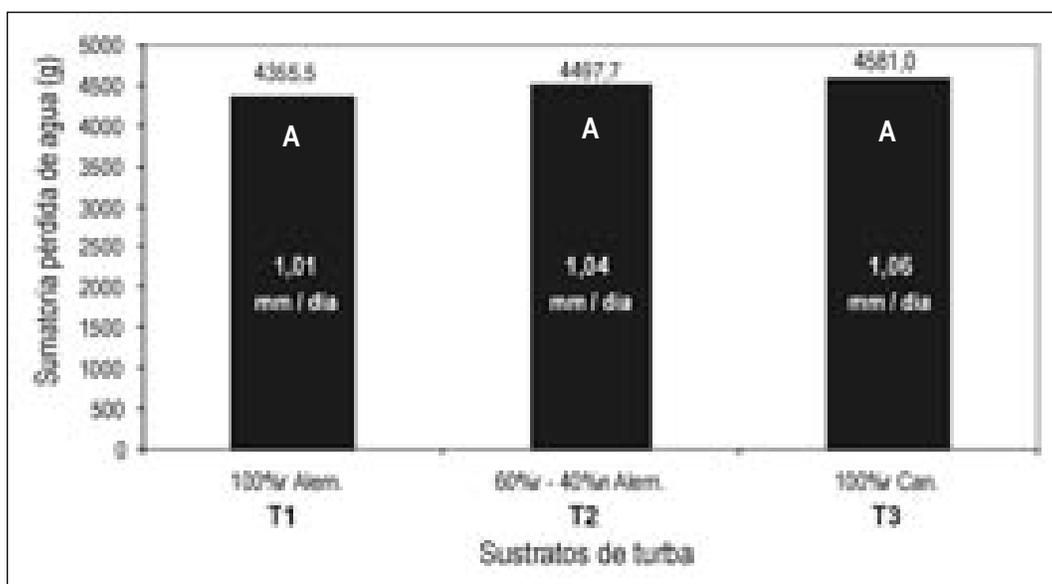
**Figura 4.** Transpiración diaria de cada uno de los sustratos durante todo el ensayo.

agua ocurrió básicamente por transpiración. Las pérdidas de agua en T1, se dieron por la sumatoria de las pérdidas por evaporación del sustrato y por las pérdidas por transpiración de las plántulas. Para el caso de T3, y considerando lo escrito por Sánchez (1990), la evaporación directa desde la superficie del suelo-sustrato, puede constituir una parte considerable de la evapotranspiración total; al revisar el crecimiento y el desarrollo de las plántulas en T3 (Tabla 2), éste estuvo por la mitad del progreso que tuvieron las plántulas en T1 y en una tercera parte de lo logrado por T2. Lo anterior indica porque

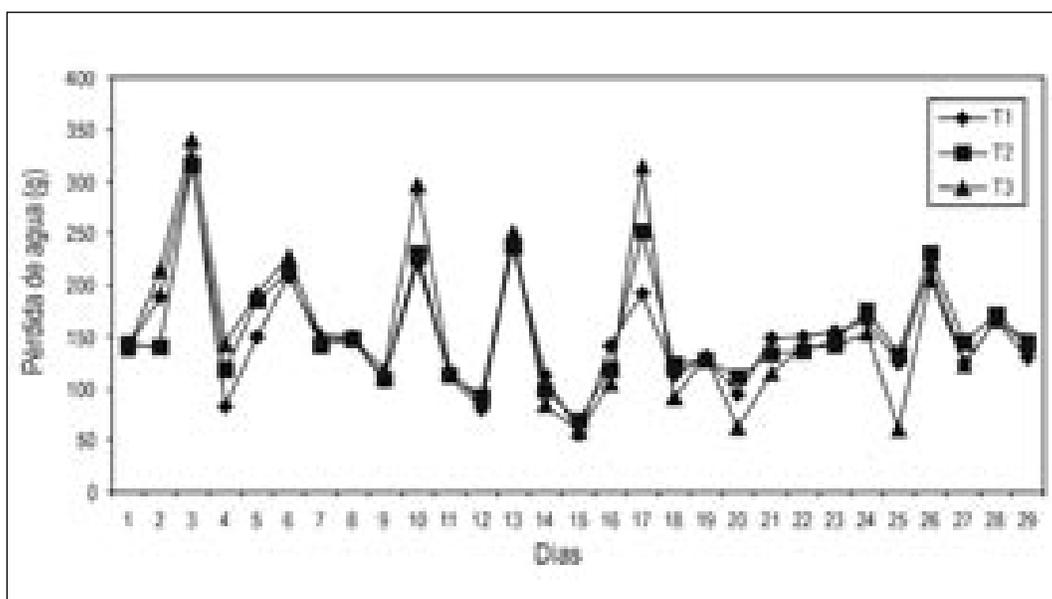
las plántulas desarrolladas en T3 no alcanzaron a representar diferencias importantes en la transpiración.

### **Evaluación por sustrato**

La calidad y utilidad de la turba está determinada por la especie del residuo vegetal, el grado de descomposición, las variaciones en el clima local, el método de cosecha y las condiciones de humedad durante la cosecha; las tres últimas condiciones están muy relacionadas con el lugar de origen y la zona donde se encuentre la turbera



**Figura 5.** Sumatoria de la evapotranspiración total de los sustratos durante el ensayo por día. Los tratamientos con letras diferentes indican diferencias significativas según la prueba de Duncan  $P < 0,05$ .



**Figura 6.** Evapotranspiración diaria de cada uno de los sustratos durante todo el ensayo.

**Tabla 2.** Características de crecimiento y desarrollo de las plántulas en la evaluación de evapotranspiración.

Treatment	Substrate	Altura promedio de plántulas (cm)	Tamaño hojas (cm <sup>2</sup> )	Peso promedio de plántulas (g)
T1	Turba 100% rubia Alemana	3,9 a	3,6 a	0,7 a
T2	Turba 60% rubia – 40% negra Alemana	5,8 a	7,4 a	1,4 a
T3	Turba 100% rubia Canadiense	1,9 a	0,6 a	0,4 a

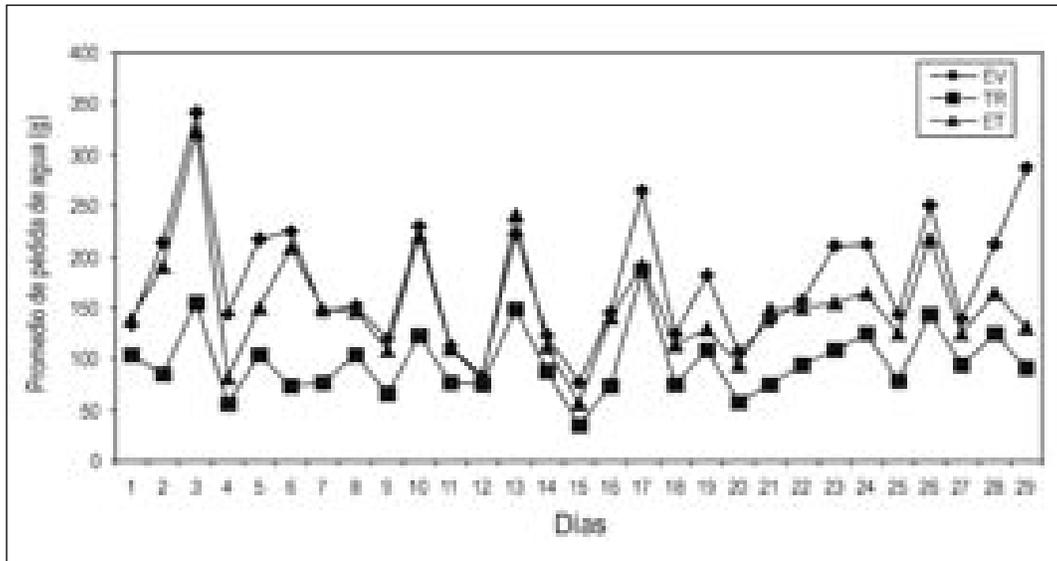
Los tratamientos con letras diferentes indican diferencias significativas según la prueba de Duncan  $P < 0,05$ .

(Reed, 1999). Las zonas donde se ha formado turba se conocen como minas y las principales se encuentran en Canadá, el norte de Europa y Rusia.

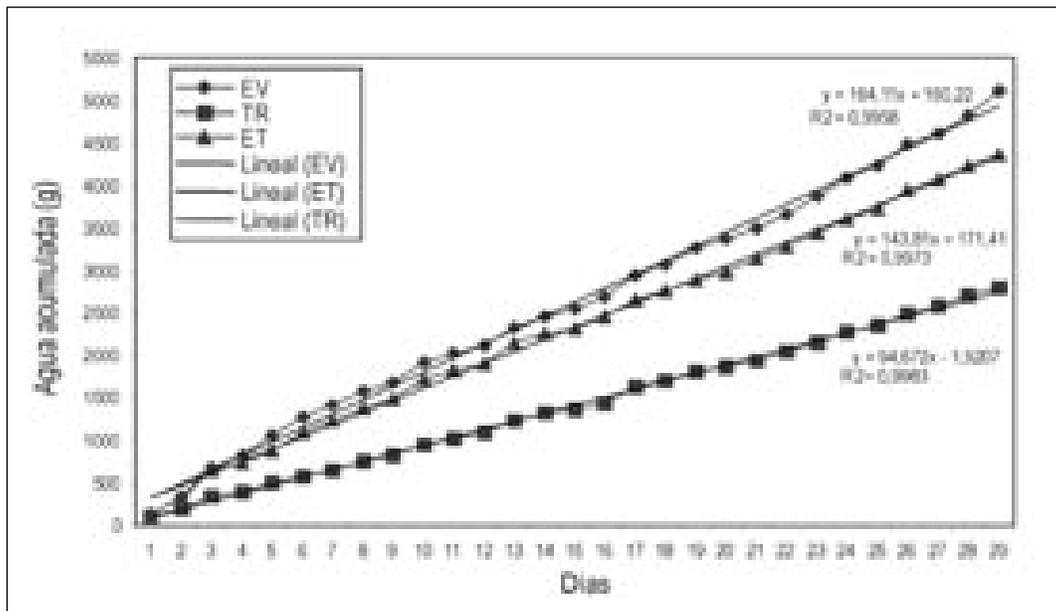
**Turbas de origen alemán (T1 y T2).** En Europa se da la posibilidad de comercializar turbas rubia y negra, gracias a los procesos evolutivos que allí se han presentado. El proceso de cosecha se hace dejando la turba en el campo para que se congele y posteriormente, cuando llegue el verano, se descongele permitiendo que las fibras se abran; este proceso induce la expansión y mejora el drenaje.

Los sustratos originarios de este continente que se comercializan, están compuestos de turba que se cosecha en bloques y luego se clasifica según las necesidades del cliente en tres o cuatro fracciones distintas según tipos de granulometría gruesa, media y fina; las relaciones de aire y agua requerida, pueden lograrse mezclando diferentes proporciones de dichas fracciones (Reed, 1999).

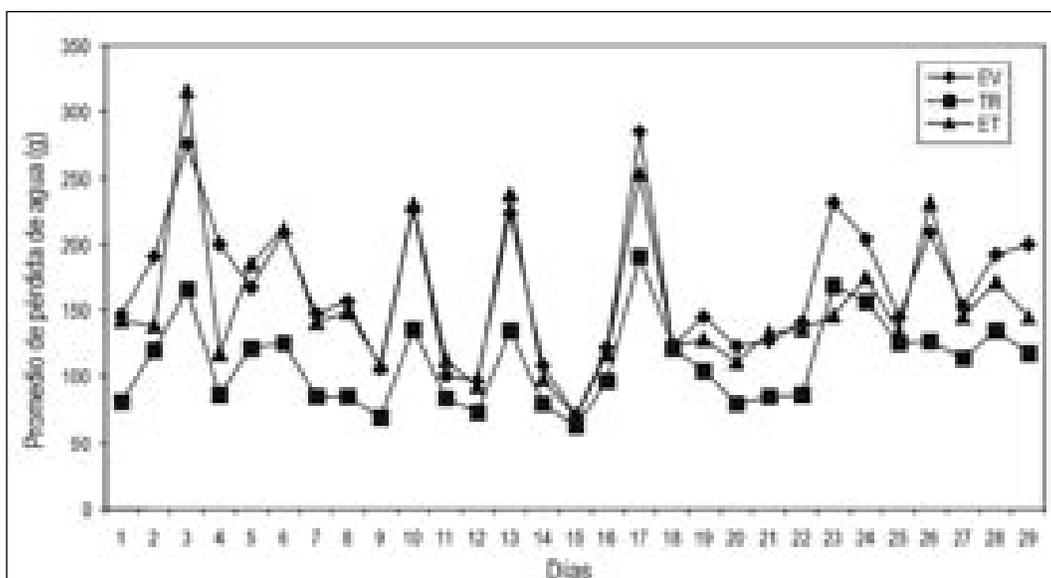
**Turba de origen canadiense.** En Canadá sólo se da la posibilidad de comercializar la turba rubia, la cual es la menos descompuesta. En este país las casas productoras rastrillan o labran primero una capa de turba de 2,5 a 7,5 cm, para luego aspirar lo que quede suelto; este método hace que el material destinado a propagación tenga un contenido de humedad muy homogéneo.



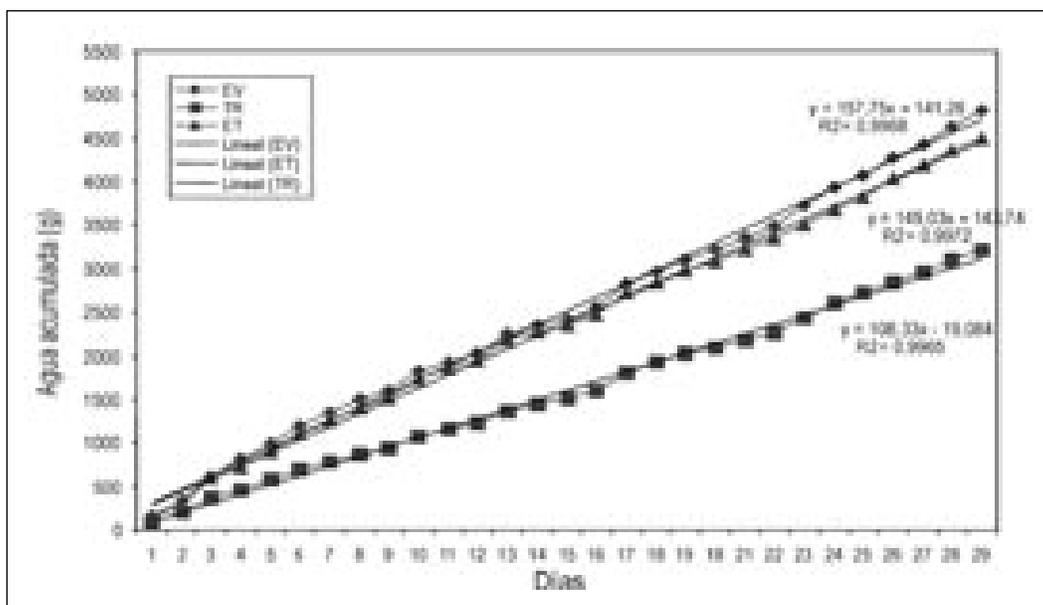
**Figura 7.** Comportamiento de T1, turba 100% rubia de origen alemán. Promedio de la pérdida de agua durante todo el ensayo. EV: evaporación, TR: transpiración, ET: evapotranspiración.



**Figura 8.** Tendencia del comportamiento del sustrato (turba 100% rubia de origen alemán). EV: evaporación, TR: transpiración, ET: evapotranspiración.



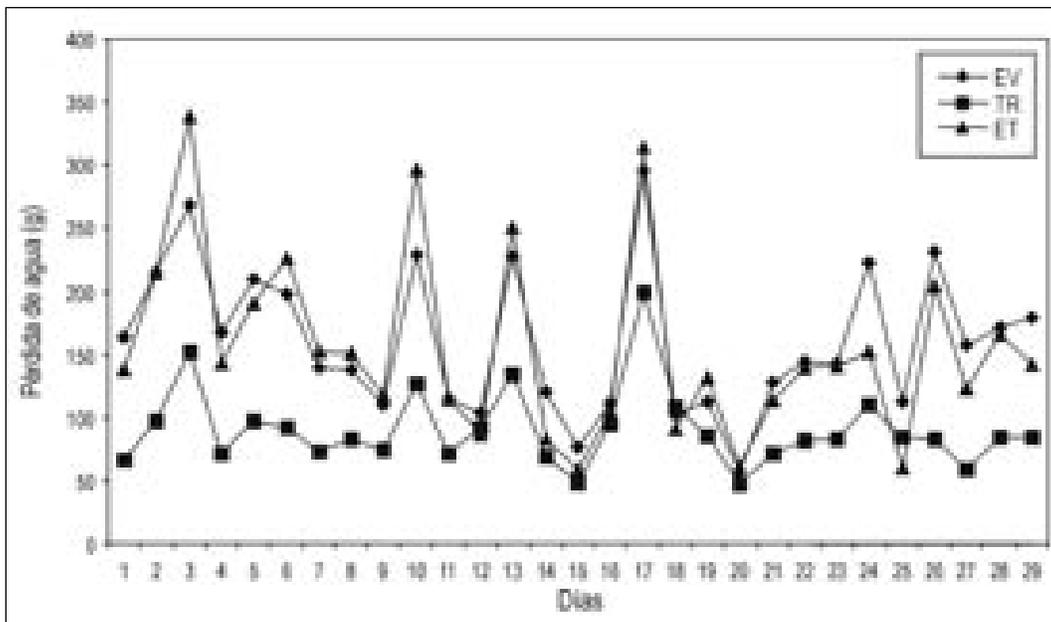
**Figura 9.** Comportamiento de T2, turba de origen alemán 60% rubia y 40% negra. Promedio de la pérdida de agua durante todo el ensayo. EV: evaporación, TR: transpiración, ET: evapotranspiración.



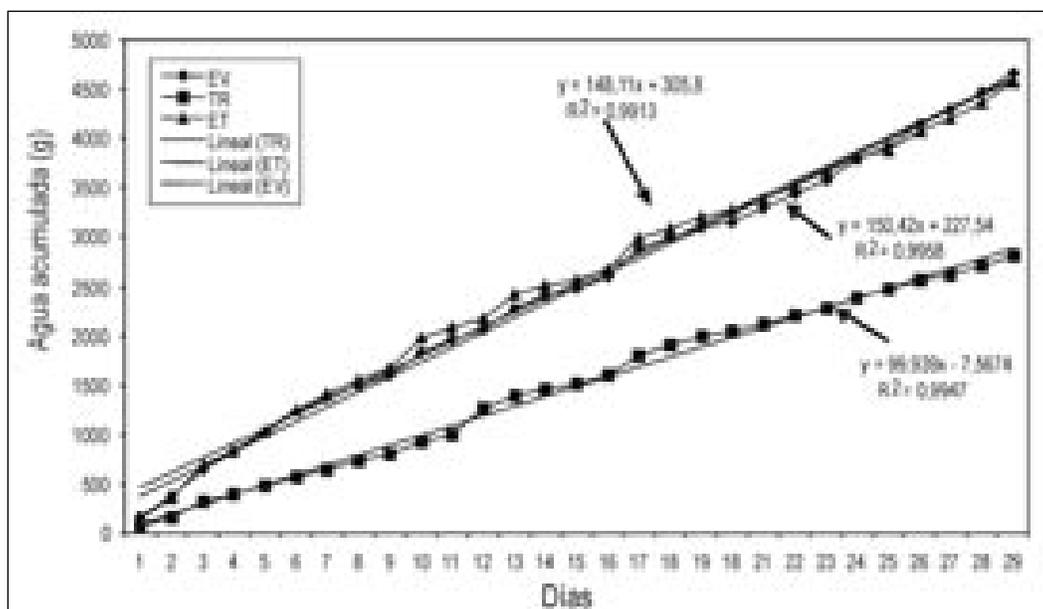
**Figura 10.** Tendencia del comportamiento del sustrato (turba de origen alemán 60% rubia y 40% negra). EV: evaporación, TR: transpiración, ET: evapotranspiración.

A pesar de ser un método poco costoso, reduce el tamaño de las partículas lo cual modifica el uso de este material en la preparación de sustratos, haciendo que sea necesario mezclarla con otros componentes pues su granulometría es bastante fina (Reed, 1999); estos componentes pueden ser la *vermiculita* por su capacidad de absorción de agua y la *perlita* que proporciona soltura, permeabilidad y mejora la aireación (Balles-ter, 1992).

Al evaluar las Figuras 8, 10 y 12, se puede concluir que los tres tipos de turba presentaron la misma tendencia, con un comportamiento muy similar para los factores evaluados. No hay que desconocer que T3 fue el sustrato que menos agua perdió durante todo el ensayo, pero el que más necesitó para la hidratación inicial; esto debido al proceso de cosecha en el cual esta turba canadiense queda con un 20% menos de humedad natural que las turbas alemanas.



**Figura 11.** Comportamiento de T3, turba canadiense 100% rubia. Promedio de la pérdida de agua durante todo el ensayo. EV: evaporación, TR: transpiración, ET: evapotranspiración.



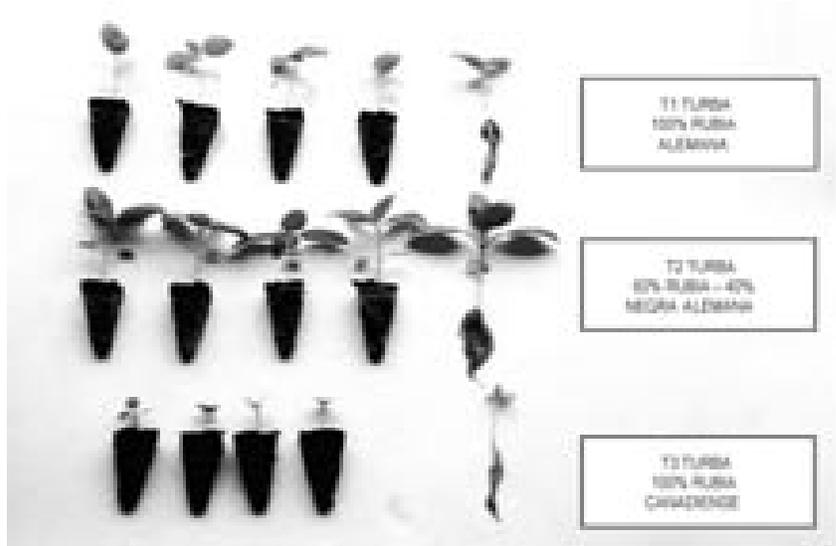
**Figura 12.** Tendencia del comportamiento del sustrato (turba canadiense 100% rubia). EV: evaporación, TR: transpiración, ET: evapotranspiración.

La evaporación en los tres tratamientos fue mayor que la evapotranspiración; no obstante, la primera es la pérdida de agua desde el sustrato (1 componente) y la segunda la pérdida de agua por el sustrato y la planta (2 componentes). Lo anterior se explica considerando lo reportado por Sánchez (1990), ya que las pérdidas de agua generadas por evaporación desde un sustrato

desnudo (sin vegetación) alcanzan a ser el doble de las pérdidas generadas por el mismo sustrato con vegetación. La transpiración se encuentra en las tres gráficas (Figuras 8, 10 y 12) con el ángulo de inclinación más bajo, gracias a la cobertura que tuvo el sustrato, lo que demuestra una vez más que las pérdidas por evaporación de los sustratos son muy altas.

Cada día se hace más importante y necesario el ahorro de agua, ya sea por costos económicos y/o ambientales. Si sólo se considerara la pérdida de agua, la turba T3 (100% rubia de origen canadiense) es el sustrato que presentó la mejor respuesta de ahorro de agua.

No obstante, la propagación de la albahaca es un sistema de entradas y salidas en donde las entradas son el sustrato, la semilla, el agua y el manejo; y la salida es una plántula con las características necesarias para llevar a producción (tres pisos foliares, altura promedio de 4 cm, abundante masa de raíces). Este ensayo pudo determinar que las plántulas de albahaca desarrolladas en T2 (turba de origen alemán 60% rubia y 40 % negra), pudieron expresar totalmente su potencial, con lo cual se pudo entregar un producto acorde a las exigencias de producción y de mercadeo (Figura 13).



**Figura 13.** Obsérvese el grado de desarrollo foliar y la mejor masa de raíces en las plántulas de albahaca cultivadas sobre el sustrato T2.

### Análisis de costos

Se realizó, así mismo, un análisis económico de las inversiones en cada tipo de turba utilizada en la propagación de albahaca.

- El sustrato T1, el cual llega al mercado en presentación de 250 L, tiene un costo de \$72.360; con este fardo se pueden llenar aproximadamente 98 bandejas de 200 alvéolos. Por consiguiente, el costo en turba por bandeja es de \$738,34 y por alvéolo, de \$3,69.
- La turba T2, la cual llega al mercado en presentación de 80 L, tiene un costo de \$34.500; con este fardo se pueden llenar aproximadamente 27 bandejas de 200 alvéolos. Así, se obtiene un costo en turba por bandeja de \$1277,78 y por alvéolo, de \$6,39.
- Para el sustrato T3, el cual al mercado llega en presentación de 107 L, tiene un costo de \$68.000; con este fardo se pueden llenar aproximadamente 80 bandejas de 200 alvéolos. Por consiguiente, el costo en turba por bandeja es de \$850 y por alvéolo, de \$4,25. El valor del dólar T.R.M. usado fue de \$ 2.338,07 pesos colombianos (abril 28 de 2005).

### Literatura citada

Ballester, J. 1992. Substratos para el cultivo de plantas ornamentales. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid. pp. 1-19.

- Barceló, J.; G.N. Rodrigo; B. Sabater y R. Sánchez. 2001. Fisiología vegetal. Ediciones Pirámide, Madrid. pp. 106-111.
- Crignola, P. y A. Ordóñez. 2002. Perspectivas de utilización de los depósitos de turba de la isla de Chiloé, décima Región de Los Lagos, Chile. En: Simposio Internacional de Geología Ambiental para Planificación del Uso del Territorio. Puerto Varas. pp. 35-39
- Cubasolar. 2000. Turba. Red Solar. Programa de desarrollo de las fuentes nacionales de energía en Cuba. En: [www.cubasolar.cu/biblioteca/programa/turba.htm](http://www.cubasolar.cu/biblioteca/programa/turba.htm); consulta: diciembre 2000.
- Gavande, S. 1986. Física de suelos, principios y aplicaciones. Limusa, México. pp. 97-108.
- Israelsen, O. y G. Vaught. 1965. Principios y aplicaciones del riego. 2ª edición. Reverte, México.
- Kekkilä. 1998. Origen y calidad de la turba. En: [www.kekkila.es/products/productpurity.htm](http://www.kekkila.es/products/productpurity.htm); consulta: noviembre 1998.
- Penningsfeld, F. y P. Kurzmann. 1983. Cultivos hidropónicos y en turba. 2ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. pp. 111-119.
- Proexport. 2002. Las demás de las demás especias. Inteligencia de Mercados. Exportaciones totales del producto. En: [www.proexport.com.co/intelexport/aplicacion/frames.asp?origenadmin=expcoladmin](http://www.proexport.com.co/intelexport/aplicacion/frames.asp?origenadmin=expcoladmin).
- Reed, D. 1999. Agua, sustratos y nutrición en los cultivos de flores bajo invernadero. Ediciones Hortitecnia, Illinois. pp. 255-262.
- Salisbury, F. y C. Ross. 1994. Fisiología vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica, México. pp. 71-76.
- Sánchez, M. 1990. La evaporación en la región de Murcia en relación con sus aplicaciones en hidrología y agricultura. Tesis de Doctorado. Facultad de Biología, Universidad de Murcia, Barcelona. pp. 56-61.
- UN Periódico. 2000. Sabores de otro mundo. Unimedios. Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. En: [www.dnic.unal.edu.co/unperiodico/diciembre2000/textos/agro.htm](http://www.dnic.unal.edu.co/unperiodico/diciembre2000/textos/agro.htm); consulta: diciembre 2000.
- Villela, S. y A. Mattos. 1978. Hidrológica aplicada. McGraw-Hill, Brasil. 189 p.