

# Manejo del riego para la producción de posturas de cafeto en viveros tecnificados

## Irrigation Management for Coffee Seedling Production in Technified Nurseries



<https://cu-id.com/2177/v31n4e04>

✉ Enrique Cisneros Zayas<sup>I\*</sup>, ✉ Ciro Sánchez Esmoris<sup>II</sup>, ✉ Amaray Ortiz Arbolae<sup>II</sup>,  
✉ Vidalina Pérez Salina<sup>II</sup>, ✉ Felicita González Robaina<sup>I</sup>

<sup>I</sup>Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Boyeros, La Habana, Cuba.

<sup>II</sup>Estación Experimental Agroforestal, Jibacoa, Villa Clara, Cuba.

**RESUMEN:** El trabajo se desarrolló en la Estación Experimental Agroforestal "Jibacoa" con el objetivo de definir las normas de riegos netas parciales y totales para la producción de posturas de cafetos en tubetes. Para el estudio se probaron tres variantes de sustratos (50% cascara de arroz + 50% suelo + 2g multicote, 50% fibra de coco + 50% suelo + 2g multicote) y según normas técnicas (50% de materia orgánica + 50% suelo) con tres niveles de humedad en el sustrato (85, 70 y 50%) del agua disponible. Fueron medidos parámetros del desarrollo morfológico para conocer la influencia del manejo del riego en la calidad de las posturas. Cada tratamiento estuvo conformado por cuatro bandejas que contenía 54 tubetes con una capacidad de 180 cm<sup>3</sup>, donde se desarrollaron posturas de *Coffea arabica* L., variedad "Isla 6-14", de las cuales fueron evaluadas 10 de la parte central al finalizar el período experimental. Como resultado se tiene que las normas de riegos parciales promedio por tipo de sustrato son: cascarilla de arroz (14,44 mL plantas<sup>-1</sup>), fibra de coco (12,1 mL plantas<sup>-1</sup>) y normas técnicas (13,87 mL plantas<sup>-1</sup>). En consecuencia, las normas netas totales de riego varían donde los mayores volúmenes de agua necesarios son en el sustrato cascarilla de arroz seguido de normas técnicas y fibra de coco con 46,01; 42,37 y 36,16 mL m<sup>-2</sup> respectivamente. Desde el punto de vista morfológico las mejores posturas se logran en el sustrato de cascarilla de arroz y manteniendo un nivel de humedad del 85% del agua total disponible.

**Palabras clave:** necesidades hídricas, sustratos, niveles de humedad, índice morfológico.

**ABSTRACT:** The work was developed at the Experimental Agroforestry Station "Jibacoa" with the aim of defining the partial and total net irrigation requirements for the production of coffee tree seedlings in tubes. For the study, three substrate variants were tested (50% rice husk + 50% soil + 2g multicote, 50% coconut fiber + 50% soil + 2g multicote) and technical standards (50% organic matter + 50% soil) with three levels of moisture in the substrate (85, 70 and 50%) available water. Parameters of morphological development were measured to know the influence of irrigation management on the quality of seedlings. Each treatment was made up of four trays containing 54 tubes with a capacity of 180 cm<sup>3</sup>, where seedlings of *Coffea arabica* L., variety "Isla 6-14", were developed, of which 10 of the central part were evaluated at the end of the experimental period. As a result, the average partial irrigation standards per type of substrate are: rice husk (14,44 mL plants<sup>-1</sup>), coconut fiber (12,1 mL plants<sup>-1</sup>) and technical standards (13,87 mL plants<sup>-1</sup>). Consequently, the total net irrigation standards vary, where the largest volumes of water needed are in the rice husk substrate followed by technical standards and coconut fiber with 46,01; 42,37 and 36,16 mL m<sup>-2</sup>, respectively. From the morphological point of view, the best seedlings are achieved in the rice husk substrate and maintaining a humidity level of 85% of the total available water.

**Keywords:** water needs, substrates, humidity levels, morphological index.

\*Author for correspondence: Enrique Cisneros Zayas, e-mail: [enrique.cisneros@iagric.minag.gob.cu](mailto:enrique.cisneros@iagric.minag.gob.cu), [cisneroszayasenrique@gmail.com](mailto:cisneroszayasenrique@gmail.com)

Recibido: 02/03/2022

Aceptado: 14/09/2022

## INTRODUCCIÓN

Después del petróleo, el café es el producto de mayor importancia en el mundo en términos de exportaciones y generaciones de ingresos [DaMatta et al. \(2007\)](#), constituyendo el principal cultivo en el 70% de los países tropicales.

La apertura de nuevas áreas cafetaleras, así como la sustitución de plantaciones viejas con variedades de alto rendimiento requiere producir grandes volúmenes de plantas de buena calidad en vivero (almácigo) para establecer plantaciones sanas, vigorosas y, por consiguiente, capaces de producir altos rendimientos ([Carvajal, 1984](#)).

Según [Morales y Jerez \(1982\)](#) la planta de cafeto responde, al igual que las otras especies de plantas al abastecimiento de agua al suelo, resultando la aplicación de esta mediante el riego una práctica beneficiosa tanto a la planta como a los productores a través de un mejor estado fisiológica de las mismas que hacen posible la obtención de mayores producciones.

En el mundo la producción de posturas de café se realiza fundamentalmente en bolsas de polietileno negro que tienen diferentes dimensiones de acuerdo al tiempo en que las plantas permanecerán en el vivero ([Sánchez et al., 2009](#)). Sin embargo, en los últimos años, en varios países productores de café como: Brasil, Guatemala, el Salvador, Nicaragua y Costa Rica han desarrollado experimentos utilizando tubetes plásticos y se ha demostrado que se obtienen posturas de óptima calidad, aumentándose la eficiencia de la mano de obra en llenado, riego, trasplante y se reduce la cantidad de insumos y los costos transporte del vivero a la finca, en relación a la producción en bolsa ([Irogoyen, 2000](#); [Blandón, 2008](#); [Trujillo, 2012](#)).

En Cuba se han realizado estudios aislados que han permitido elaborar una tecnología sin contemplar el proceso tecnológico completo; por lo tanto, es necesario perfeccionarla para dar respuesta a los nuevos viveros tecnificados adquiridos.

Teniendo en cuenta todo lo anterior se desarrolló el presente trabajo con el objetivo de definir las normas de riegos parciales y totales para la producción de posturas de cafetos en tubetes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se desarrollaron en el vivero de la Estación Experimental Agroforestal “Jibacoa”, provincia de Villa Clara, ubicado a 22°01'N y a 79°58'O, a 340 msnm durante la campaña 2019-20. Para el llenado de los tubetes se empleó un suelo Fersialítico pardo rojizo ([Hernández et al., 2015](#); [2019](#)).

Se seleccionaron tres sustratos según criterios de [Sánchez \(2019\)](#), que fueron sometidos a tres niveles de humedad.

### Factor A (sustrato)

*Sustrato 1.* 50% Cascarilla de arroz + 50% suelo + 2g multicote (CA).

*Sustrato 2.* 50% Fibra de Coco + 50% suelo + 2g multicote (FC).

*Sustrato 3.* Según Normas técnicas: 50% materia orgánica + 50% suelo (NT).

### Factor B (nivel de humedad)

El 85, 70, 50% del límite superior de agua disponible en el sustrato).

El diseño experimental empleado fue bloques al azar con tres réplicas.

La fertilización se aplicó mezclado con el sustrato, previo al llenado de los tubetes utilizando fórmula completa (N, P, K) 7-14-7. En el 3<sup>er</sup> y 5<sup>to</sup> par de hojas se aplica de forma licuada al 12% a razón de 20 mL por plantas.

La técnica de riego utilizada fue la microaspersión con emisores del tipo microjet serie C 2 x 140° con diámetro de salida de 1 mm y caudal de 41 L h<sup>-1</sup>.

El momento de riego se determinó por pesadas y la lámina de agua a aplicar a partir del criterio de 1g de agua equivale aproximadamente a 1 mL, aplicada en las primeras horas de la mañana y en las últimas de la tarde (después de las 4:00 pm), siempre reponiendo la cantidad consumida.

Para establecer la estrategia de riego se pesaron 30 tubetes con el sustrato seco de cada tratamiento y se determinó el peso seco promedio, se les añadió agua hasta que los mismos se saturaran con agua, cuando dejó de drenar se consideraron que los mismos se encontraban al límite superior de agua disponible o capacidad de campo. Seguidamente se volvieron pesar, el peso promedio obtenido se corresponde con el tubete a capacidad de campo (Cc). La diferencia entre el peso seco y el peso húmedo es la cantidad de agua contenida en gramos. A ese contenido de agua se le determinó el 85, 70 y 50 % de la Cc que corresponde con el nivel de humedad de cada tratamiento. La lámina de agua a aplicar se corresponde con la relación anterior, es decir, la diferencia en gramos para llevar el tubete al límite de humedad fijado para cada caso.

Durante cada fase de desarrollo de las posturas de cafeto fueron tomadas 10 muestras para la determinación de la altura y el peso total por el método destructivo. Al peso de tubete se le restó el peso total de la postura en gramos.

Para caracterizar el desarrollo de las posturas cuando estas alcanzaron los siete meses se evaluaron las variables siguientes:

Altura de la planta: Se midió con una regla graduada desde el cuello de la planta hasta el ápice (cm).

Diámetro del tallo: Se midió con un pie de rey a 1 cm del cuello (cm).

Número de pares de hojas: Se realizó por conteo, considerando una hoja completamente formada cuando alcanzó más de 10 cm<sup>2</sup> de área foliar.

Área foliar: Esta variable se estimó utilizando el método desarrollado por (Soto, 1980), a partir de las dimensiones lineales de las hojas y la posterior aplicación de la siguiente fórmula:  $AF = \text{largo} \times \text{ancho} \times 0,64$  (cm<sup>2</sup>).

Masa seca: Las plantas se separaron por órganos (hojas, tallos, raíz) y se colocaron en una estufa a 65°C hasta alcanzar masa seca constante. Se determinó el valor a cada órgano (g), masa seca total (sumatoria de la masa seca de la raíz, tallo y hojas).

Los datos fueron procesados mediante análisis de varianza (ANOVA clasificación doble). Las diferencias entre las medias de los tratamientos estudiados se determinaron según la prueba de comparación múltiple de Tukey HSD con un 95% de confiabilidad.

Los tubetes utilizados tienen una capacidad de 180 cm<sup>3</sup> y pesan aproximadamente 22 g. Las bandejas son de 9 x 6 tubetes que equivale a 54 tubetes/bandejas, con este formato se tiene una densidad de 204 plantas m<sup>-2</sup>. En la [figura 1](#) se muestra la bandeja portatubetes y tubetes para viveros tecnificados.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis de la capacidad de almacenamiento de cada sustrato estudiado

Como parte del estudio se llevó a cabo un análisis de la capacidad de almacenamiento de agua en cada sustrato para tener una idea de los momentos de riego.

De la investigación se obtuvo los siguientes resultados que se muestran en la [Tabla 1](#).

Además, se pudo definir que para todos los sustratos regados al 85% de su capacidad de almacenamiento el momento de riego es aproximadamente cada dos días, para los regados al 70% entre tres y cuatro días, mientras que los regados al 70% el momento de riego estuvo entre cuatro y cinco días. Este factor es muy importante para definir la frecuencia de riego según [Wendling \(2002\)](#).

### Estudio de las precipitaciones

Durante la fase experimental se llevó el registro de las precipitaciones ([Figura 2](#)), las que se tuvieron en cuenta para definir el momento de riego y la norma aplicar. El total de precipitaciones durante el año 2020 fue de 2402,4 mm en 81 eventos. En los meses de febrero a julio donde se corresponde con la etapa de vivero precipitaron 569,5 mm en 23 eventos, las que fueron superiores en el mes de mayo con 368 mm. Del total de precipitaciones solo el 24% ocurrieron en la etapa de vivero. Después de cada precipitación se pesaron los tubetes para conocer los aportes por lluvia y restarlos a la cantidad de agua aplicar en cada momento.

### Variables morfológicas de desarrollo

En la [Figura 3](#) se muestra la dinámica de desarrollo promedio de las posturas de café para los tres tratamientos durante la fase de vivero como se aprecia a medida que crece la plántula aumenta progresivamente la altura y el peso total. En los primeros días la altura promedio fue de 6 cm y el peso total 1,1g al final del ciclo la altura promedio total fue de 19,2 cm y el peso promedio total de 10,1g.



FIGURA 1. Bandeja portatubetes y tubetes para viveros tecnificados.

TABLA 1. Capacidad de almacenamiento según el tipo de sustrato

Sustrato	Peso seco (g)	Peso a Cc (g)	Contenido de agua (g)	% Capacidad de almacenamiento
50% CA + 50% Suelo + 2g multicote	124,4	186,8	60,9	32,0
50% FC + 50% Suelo+ 2g multicote	120,5	201,7	82,4	40,8
50% de suelo+50% MO	169,2	245,7	52,0	21,2

Leyenda: CA: Cascarrilla de arroz; FC: Fibra de coco; MO: materia orgánica, Cc: capacidad de campo.

Los valores obtenidos de peso total de las posturas en cada fase de desarrollo fueron los tenidos en cuenta en el pesaje de los tubetes para definir la lámina de riego a aplicar.

### Manejo del riego en los tres tratamientos

En las Figuras 4 A, B y C, aparecen como variaron las cantidades de agua aplicar en cada momento del ciclo de vida de las posturas y las mismas están en correspondencia con el tamaño de las plantas y la demanda evaporativa de la atmósfera, destacándose momentos donde las cantidades de agua a aplicar varían desde los 6 mL hasta valores de 32 mL. Desde el punto de vista del seguimiento al riego todos los tratamientos regados al 85% del límite superior de agua disponible para cada sustrato tuvieron similar comportamiento para cada tipo de sustrato.

En consecuencia con los tipos de sustratos las normas parciales netas también variaron (Figura 5), donde se aprecia que todas se ajustaron a una ecuación lineal ascendente con coeficientes de determinación fuerte para un mismo nivel de humedad (el 85% del límite superior de agua disponible en el sustrato). Para el caso de la cascarilla de arroz las mismas estuvieron en le rango de 11,71 y 17,18 mL plantas<sup>-1</sup>, seguida de la fibra de coco con valores entre 8,98 y 15,22 mL plantas<sup>-1</sup>, por ultimo para las normas técnicas estas normas se encuentran entre 11,02 y 16,73 mL plantas<sup>-1</sup>. A partir de las ecuaciones que se muestran en el gráfico se puede estimar la cantidad de agua a aplicar en funcion de los pares de hojas con gran nivel de precisión.

Resultados similares fueron obtenidos por Morales (1986) en un trabajo que realizó sobre el crecimiento de plántulas de cafeto bajo diferentes contenidos de humedad en el suelo, concluyó que hubo un mayor desarrollo de las plantas cuando hubo mayor disponibilidad de agua en el suelo.

En cuanto a la norma neta total en la Figura 6 se aprecia el comportamiento de las mismas, donde se tiene que la mayor cantidad de agua durante todo el ciclo de vida de las posturas en el vivero se necesita en el sustrato cascarilla de arroz con un valor de 46,01 mL m<sup>-2</sup>, seguido de los tratamientos según Normas Técnicas y Fibra de Coco.

### Respuesta morfológica de las plantas al manejo del riego por tipo de sustrato

La premisa fundamental para tener plantaciones de cafeto altamente productivas es la obtención de posturas sanas y vigorosas, para ello es necesario utilizar semillas con alta pureza varietal, que expresen su máximo potencial productivo y mantener un adecuado balance nutricional y de agua en el sustrato que permita cumplir esta condición (Sánchez et al., 2006).

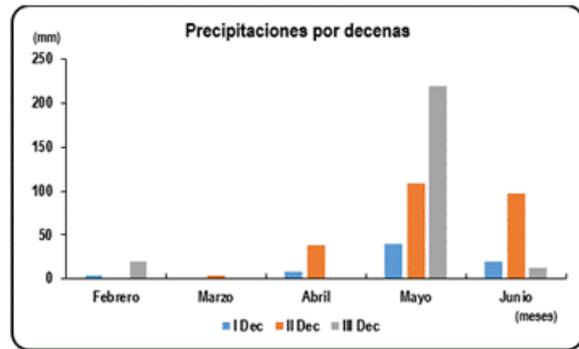


FIGURA 2. Precipitaciones durante la fase experimental.

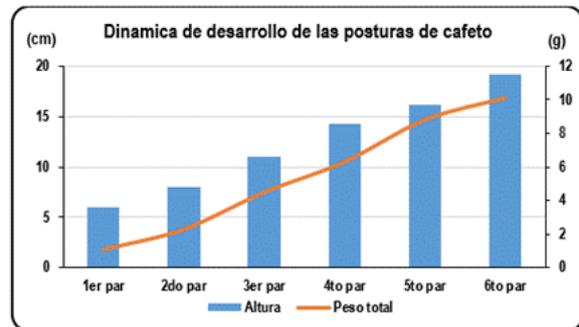


FIGURA 3. Progreso de desarrollo de dos variables morfológicas de las posturas de cafeto durante la fase de investigación.

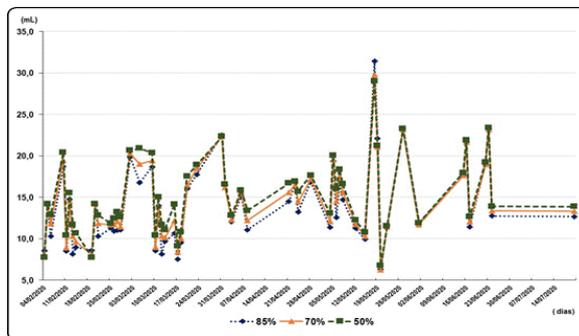


FIGURA 4A. Volumen de agua aplicado a las posturas de cafeto en el sustrato cascarilla de arroz.

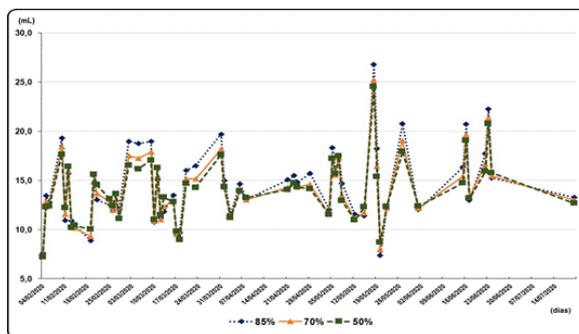


FIGURA 4B. Volumen de agua aplicado a las posturas de cafeto en el sustrato Fibra de Coco.

En la [Tabla 2](#) aparecen las variables morfológicas estudiadas para el sustrato cascarilla de arroz con tres niveles de humedad donde se tiene que existen diferencias altamente significativas para todas las variables, donde los mejores comportamientos de las posturas se logran cuando se riega al 85% del agua disponible en el sustrato. En correspondencia dichas variables se deterioran a medida que disminuye el contenido de agua en el sustrato.

Análisis similar se realiza para el sustrato de Fibra de coco ([Tabla 3](#)) donde igualmente los mejores resultados se tienen regando al 85% del límite superior de agua disponible en el sustrato con un alto nivel de significación. El coeficiente de variación en todos los casos es menor de 20% lo que indica una homogeneidad entre los valores obtenidos.

En la [Tabla 4](#) se muestra el efecto de los niveles de humedad sobre el desarrollo morfológico de las posturas de café para el sustrato preparado según las normas técnicas del cultivo. Como se observa también regar con un nivel alto de humedad (85% del agua disponible en el sustrato) trae consigo una adecuada respuesta al lograrse los mejores indicadores del desarrollo de las posturas de café con un alto nivel de significación cuando se compara con niveles medio y bajos de humedad.

En sentido general para los tres tipos de sustratos estudiados las mejores respuestas morfológicas de las posturas de café se tienen regando al 85% del agua disponible en el sustrato. Aun cuando en el sustrato de cascarilla de arroz las normas netas de riego totales son mayores con respecto a los demás sustratos, es donde se alcanzan los mejores índices de desarrollo para la mayoría de variables morfológicas estudiadas. Lo que confirma que con niveles de humedad próximos al límite superior de agua disponible en el suelo se logra que las plantas efectúen sus actividades fisiológicas sin limitaciones, incidiendo en el buen desarrollo de las mismas. Resultados similares fueron informados por [Silva et al. \(1991\)](#); [Abad et al. \(1992\)](#).

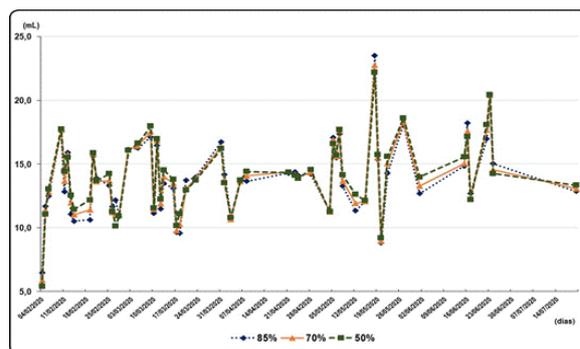


FIGURA 4C. Volumen de agua aplicado a las posturas de café en el sustrato Normas Técnicas.

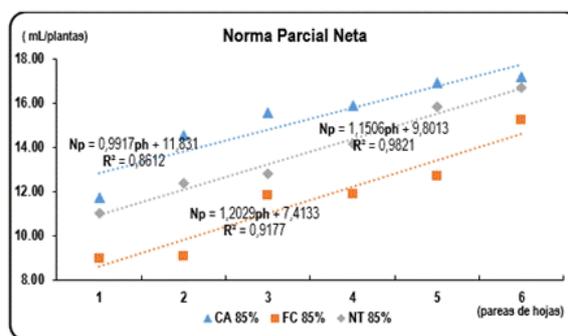


FIGURA 5. Normas parciales netas por tratamientos.

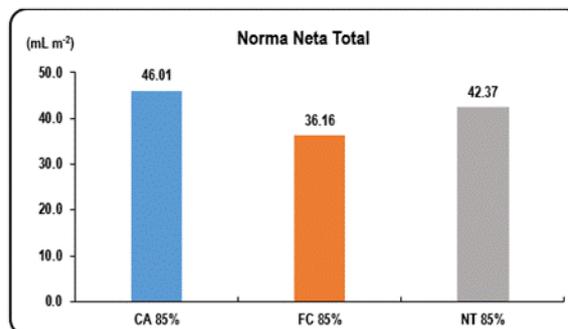


FIGURA 6. Normas netas totales por tratamientos durante la fase de vivero.

TABLA 2. Sustrato cascarilla de arroz

N=30	Altura (cm)	Diámetro Tallo (cm)	Pares Hojas	Peso Seco Planta (g)	Peso Seco Raíz (g)	Peso Seco total (g)	Área foliar (cm²)
85%	20,17a	0,34a	7,0a	2,34a	1,146a	3,49a	405,52a
70%	18,91b	0,33b	6,9ab	2,20b	1,080a	3,28b	380,64b
50%	17,81c	0,31c	6,8b	2,09c	0,926b	3,02c	360,38c
<b>Media</b>	<b>18,97</b>	<b>0,327</b>	<b>6,9</b>	<b>2,21</b>	<b>1,05</b>	<b>3,26</b>	<b>382,18</b>
máx.	23,0	0,35	7,0	2,5	1,3	3,7	493,06
min	16,0	0,30	6,0	1,8	0,7	2,8	339,01
SD	1,33	0,015	0,30	0,14	0,15	0,25	31,99
Sig.	***	***	*	***	***	***	***
ES±	0,17	0,0013	0,054	0,018	0,022	0,030	4,81
CV (%)	6,99	4,62	4,37	6,39	14,56	7,78	8,37

**TABLA 3.** Sustrato fibra de coco

N=30	Altura (cm)	Diámetro Tallo (cm)	Pares Hojas	Peso Seco Planta (g)	Peso Seco Raíz (g)	Peso Seco total (g)	Área foliar (cm <sup>2</sup> )
85%	19,99a	0,34a	6,90a	2,23a	1,03a	3,26a	370,53a
70%	19,22b	0,32b	6,53b	2,11a	0,94a	3,05b	353,13ab
50%	18,58b	0,31c	6,43b	1,95b	0,82b	2,76c	336,47b
<b>Media</b>	<b>19,27</b>	<b>0,326</b>	<b>6,62</b>	<b>2,09</b>	<b>0,929</b>	<b>3,025</b>	<b>353,38</b>
máx.	22,5	0,35	7	2,7	1,2	3,9	463,62
min	16,0	0,30	5	1,2	0,6	2,0	260,99
SD	1,19	0,014	0,53	0,26	0,169	0,358	39,4
Sig.	***	***	***	***	***	***	***
ES±	0,19	0,0018	0,09	0,044	0,026	0,054	6,8
CV (%)	6,21	4,45	8,03	12,6	18,28	11,85	11,15

**TABLA 4.** Sustrato según normas técnicas

N=30	Altura (cm)	Diámetro Tallo (cm)	Pares Hojas	Peso Seco Planta (g)	Peso Seco Raíz (g)	Peso Seco total (g)	Área foliar (cm <sup>2</sup> )
85%	21,55a	0,335a	6,8a	2,37a	0,989a	3,36a	342,39a
70%	18,59b	0,318b	6,4b	2,21b	0,90b	3,28b	312,42b
50%	17,57c	0,302c	6,2b	2,07c	0,83c	3,02c	287,88c
<b>Media</b>	<b>19,24</b>	<b>0,318</b>	<b>6,47</b>	<b>2,22</b>	<b>0,906</b>	<b>3,12</b>	<b>314,23</b>
máx.	23,5	0,35	7	2,52	1,1	3,55	364,0
min	16,0	0,29	5	1,85	0,7	2,60	245,5
SD	1,88	0,016	0,58	0,156	0,086	0,22	27,05
Sig.	***	***	***	***	***	***	***
ES±	0,15	0,016	0,097	0,017	0,01	0,021	2,8
CV (%)	9,78	5,1	9,04	7,06	9,58	7,15	8,61

**TABLA 5.** Resultados del análisis de varianza de clasificación doble para los factores A: sustrato y B: niveles de humedad

	N=90	Altura (cm)	Diámetro. Tallo (cm)	Pares Hojas	Peso Seco Planta (g)	Peso Seco Raíz (g)	Peso Seco total (g)	Área foliar (cm <sup>2</sup> )
Factor A	CA	18,96	<b>0,327a</b>	<b>6,9a</b>	<b>2,213a</b>	<b>1,05a</b>	<b>3,26a</b>	<b>382,18a</b>
	FC	19,27	0,326a	6,62b	2,095b	0,929b	3,02b	353,38b
	NT	19,23	0,318b	6,47b	2,22a	0,906b	3,13c	314,23c
	Sig.	NS	***	***	***	***	***	***
Factor B	85%	<b>20,57a</b>	<b>0,339a</b>	<b>6,9a</b>	<b>2,31a</b>	<b>1,055a</b>	<b>3,37a</b>	<b>372,81a</b>
	70%	18,91b	0,324b	6,61b	2,17b	0,974b	3,14b	348,73b
	50%	17,98c	0,308c	6,47b	2,04c	0,857c	2,89c	328,25c
	Sig.	***	***	***	***	***	***	***
	ES±	0,098	0,00092	0,048	0,0168	0,012	0,022	2,93
Factor AB	***	**	NS	NS	NS	NS	NS	

**Leyenda:** CA: Cascarilla de arroz; FC: Fibra de coco; NT: Normas técnicas.

### Análisis de la interacción sustratos-niveles de humedad

Haciendo un análisis de la combinación tipo de sustrato y niveles de humedad con todas las muestras se tiene que para la producción de posturas saludables la mejor respuesta se logra con el sustrato de cascarilla de arroz (Tabla 5), donde existen diferencias altamente significativas de todas las variables morfológicas a

favor de dicho sustrato, manteniendo la humedad al 85% del agua disponible. De las variables estudiadas solo la altura no presentó diferencias significativas.

En la [Tabla 6](#) se presentan los resultados del análisis combinado de los factores **A**: sustrato y **B**: niveles de humedad para todas las variables estudiadas.

Como se observa la mejor calidad de posturas se logran en el sustrato cascarilla de arroz y regando con un nivel alto de humedad.

**TABLA 6.** Resumen de las variables morfológicas combinando los factores A: sustrato y B: niveles de humedad

Factor A sustrato	Factor B Nivel de Humedad	Altura (cm)	Diámetro. Tallo (cm)	Pares Hojas	Peso Seco	Peso Seco	Peso seco	Área foliar (cm <sup>2</sup> )
					Planta (g)	Raíz (g)	total (g)	
CA N=30	85%	<b>21,54</b>	<b>0,341</b>	<b>7,00</b>	<b>2,34</b>	<b>1,14</b>	<b>3,49</b>	<b>405,53</b>
	70%	18,59	0,330	6,90	2,20	1,08	3,28	380,64
	50%	17,57	0,309	6,80	2,09	0,93	3,02	360,39
	85%	19,99	0,340	6,9	2,23	1,03	3,26	370,53
FC N=30	70%	19,22	0,320	6,53	2,11	0,94	3,05	353,13
	50%	18,58	0,314	6,43	1,95	0,82	2,76	336,47
	85%	20,17	0,330	6,8	2,31	0,99	3,36	342,38
	70%	18,92	0,310	6,4	2,21	0,90	3,11	312,42
NT N=30	50%	17,81	0,302	6,2	2,07	0,83	2,90	287,88
	Media	19,16	0,340	6,9	2,23	1,03	3,26	370,53
	máx.	23,50	0,350	7,00	2,70	1,30	3,90	493,06
	min	16,00	0,290	5,00	1,20	0,60	2,00	245,5
<b>Total</b>	SD	1,49	0,015	0,52	0,20	0,15	0,30	43,27
	CV (%)	<b>7,82</b>	<b>4,86</b>	<b>7,78</b>	<b>9,32</b>	<b>16,05</b>	<b>9,56</b>	<b>12,37</b>

**Leyenda:** CA: Cascarilla de arroz; FC: Fibra de coco; NT: Normas técnicas.

## CONCLUSIONES

- Las normas de riego parciales promedio por tipo de sustrato son: cascarilla de arroz (14,44 mL plantas<sup>-1</sup>), fibra de coco (12,1 mL plantas<sup>-1</sup>) y normas técnicas (13,87 mL plantas<sup>-1</sup>).
- En consecuencia, las normas netas totales de riego varían para cada tipo de sustrato donde los mayores volúmenes de agua necesarios son en el sustrato cascarilla de arroz seguido de normas técnicas y fibra de coco con 46,01; 42,37 y 36,16 mL m<sup>-2</sup> respectivamente.
- De los sustratos estudiados el que mayor capacidad de almacenamiento de agua tiene es 50% fibra de coco+ 50% suelo, seguida de la 50% cascarilla de arroz+ 50% de suelo y por ultimo las normas técnicas (50% materia orgánica + 50% suelo) con 40,8%; 32,0% y 21,2% respectivamente.
- Desde el punto de vista morfológico las mejores posturas se logran en el sustrato compuesto por 50% cascarilla de arroz + 50% de suelo + 2g de multicote y manteniendo un nivel de humedad del 85% del Límite superior de agua disponible.
- Para lograr posturas de café de alta calidad regar como sigue:  
 Fosforito - 1<sup>er</sup> par de hojas, riego diario con volumen de agua de 23,89 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>  
 1<sup>er</sup> par - 2<sup>do</sup> par de hojas, riego diario con volumen de agua de 29,68 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>  
 2<sup>do</sup> - 4<sup>to</sup> par de hojas, riego cada 2 días con volumen de agua de 64,75 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>  
 Después del 4<sup>to</sup> par de hojas, riego cada 4 días con volumen de agua de 140,19 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAD, M.; MARTÍNEZ, H.M.D.; MARTÍNEZ, C.J.; MARTÍNEZ, G.P.F.: "Evaluación agronómica de los sustratos de cultivo", En: *Actas de horticultura*, Ed. SECH, vol. 11, pp. 141-154, 1992.
- BLANDÓN, J.: *Producción de almácigos de café en tubetes en tres sustratos y tres tipos de fertilización*, Inst. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras, 20 p., 2008.
- CARVAJAL, J.F.: *Cafeto-Cultivo y Fertilization*, Inst. Berna, Instituto Intemacional de la Potassa, Berna, 254 p., publisher: Bern [Coffee-Cultivation and Fertilization]-, 1984.
- DAMATTA, F.M.; RONCHI, C.P.; MAESTRI, M.; BARROS, R.S.: "Ecofisiologia do crescimento e da produção do cafeeiro", *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19(4): 485-510, 2007, ISSN: 1677-0420.
- HERNÁNDEZ, J.A.; PÉREZ, J.J.M.; MESA, N.A.; BOSCH, I.D.; RIVERO, L.; CAMACHO, E.: *Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba.*, Ed. AGRINFOR, La Habana, Cuba, Barcaz L L ed., vol. I, La Habana, Cuba, 64 p., 2015, ISBN: 959-246-022-1.
- HERNÁNDEZ, J.A.; PÉREZ, J.M.; BOSCH, I.D.; CASTRO S N, L.: "La clasificación de suelos de Cuba: énfasis en la versión de 2015", *Cultivos Tropicales*, 40(1), 2019, ISSN: 0258-5936.
- IROGOYEN, J.N.: "Guía para la producción de viveros de café..", *Agenda cafetalera (El Salvador)*, 1(2): 1-24, 2000.
- MORALES, D.: *Influencia de la humedad del suelo y diferentes condiciones de aviveramiento del Coffea*

- arabica L*, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Tesis de Grado (Dr. C. en Ciencias Agrícolas), San José de las Lajas, La Habana, Cuba, 139 p., 1986.
- MORALES, D.; JEREZ, E.: “Influencia de la humedad del suelo en el crecimiento del café, medido a los ocho meses, en viveros al sol”, *Cultivos Tropicales*, 4(4): 675-683, 1982, ISSN: 0258-5936.
- SÁNCHEZ, C.; CABALLERO, D.; CUPULL, R.; GONZÁLEZ, C.; RIVERA, R.; URQUIAGA, S.: “Los abonos verdes y la inoculación micorrízica de plántulas de *Coffea arabica* sobre suelos Cambisoles Gléyicos”, *Cultivos Tropicales*, 30(1): 5-10, 2009, ISSN: 0258-5936.
- SÁNCHEZ, C.; CABALLERO, D.; RIVERA, R.; CUPULL, R.: “Respuesta de cepas de hongos micorrizógenos (HMA) sobre el desarrollo de posturas de cafeto (Parte I). Suelo Pardo Gleyzoso”, *Centro Agrícola*, 33(1): 33-38, 2006.
- SÁNCHEZ, E.C.: *Comunicación personal sobre sustratos de cultivo de plántulas de Coffea arabica L.*, 2019.
- SILVA, N.; GONZÁLEZ, R.; RÍOS, M.; LÓPEZ, A.V.: “Gestión del riego en viveros de café del Tercer Frente. Santiago de Cuba”, *Revista Baracoa*, 12(2): 7-21, 1991.
- SOTO, F.: “Estimación del área foliar en *C. arabica L.* a partir de las medidas lineales de las hojas”, *Cultivos tropicales*, 2(3): 115-128, 1980, ISSN: 0258-5936.
- TRUJILLO, E.: “Aspectos económicos y financieros en plantaciones forestales”, En: Bogotá, Colombia, p. 24, 2012.
- WENDLING, I.: *Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas*, Ed. Aprenda Fácil, 2002, ISBN: 85-88216-32-9.

Enrique Cisneros Zayas, Inv. Titular, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Carretera de Fontanar, km 2 1/2, Reparto Abel Santamaría, Boyeros, La Habana, Cuba. Telef.: (53) (7) 645-1731; 645-1353a, e-mail: [enrique.cisneros@iagric.minag.gob.cu](mailto:enrique.cisneros@iagric.minag.gob.cu), [cisneroszayasenrique@gmail.com](mailto:cisneroszayasenrique@gmail.com).

Ciro Sánchez Esmoris, Inv., Estación Experimental Agroforestal, Jibacoa, Villa Clara, Cuba, e-mail: [cisneroszayasenrique@gmail.com](mailto:cisneroszayasenrique@gmail.com).

Amaray Ortiz Arbolaes, Inv., Estación Experimental Agroforestal, Jibacoa, Villa Clara, Cuba, e-mail: [cisneroszayasenrique@gmail.com](mailto:cisneroszayasenrique@gmail.com).

Vidalina Pérez Salina, Inv., Estación Experimental Agroforestal, Jibacoa, Villa Clara, Cuba, e-mail: [cisneroszayasenrique@gmail.com](mailto:cisneroszayasenrique@gmail.com).

Felicita González-Robaina, Inv. Titular, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, Carretera de Fontanar, km 2 1/2, Reparto Abel Santamaría, Boyeros, La Habana, Cuba. Telef.: (53) (7) 645-1731; 645-1353, e-mail: [felicita.gonzalez@boyeros.iagric.cu](mailto:felicita.gonzalez@boyeros.iagric.cu).

**AUTHOR CONTRIBUTIONS:** **Conceptualization:** E. Cisneros, C. Sánchez. **Data curation:** A. Ortiz, V. Pérez, F. González. **Formal analysis:** E. Cisneros, C. Sánchez, F. González. **Investigation:** E. Cisneros, C. Sánchez, A. Ortiz, V. Pérez. **Methodology:** E. Cisneros, C. Sánchez, F. González. **Software:** F. González. **Supervision:** E. Cisneros, C. Sánchez. **Validation:** C. Sánchez, A. Ortiz, V. Pérez. **Writing-original draft:** E. Cisneros, C. Sánchez. **Writing-review & editing:** E. Cisneros, C. Sánchez, F. González.

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.