

RIEGO Y DRENAJE

ARTÍCULO ORIGINAL

Rendimiento de la fresa cultivada en condiciones de organopónico

Yield of Strawberry Cultivated Under Urban Agricultural Conditions

M.Sc. Geisy Hernández-Cuello¹, M.Sc. Jeny Pérez-Petitón¹, Dr.C. María León-Fundora¹¹

¹ Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, Centro de Mecanización Agropecuaria, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

¹¹ Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), La Habana, Cuba.

RESUMEN. El objetivo del presente trabajo fue evaluar los rendimientos del cultivo de la fresa *var. Misionaria* en condiciones de organopónico con riego por goteo. El experimento se desarrolló en el Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (Agric) ubicado en el municipio Arroyo Naranjo, Provincia La Habana. Se evaluaron tres tratamientos de riego con cuatro réplicas, los cuales consistieron en utilizar tres coeficientes del cultivo (Kc) durante todo el ciclo del cultivo, para el cálculo de la dosis de riego mediante el método del evaporímetro clase "A" y frecuencia de riego cada dos días. La programación de riego de la fresa, con el uso del Kc= 0,7 garantizó un nivel de humedad en el suelo capaz de satisfacer las necesidades hídricas del cultivo y así alcanzar los máximos rendimientos. Obteniendo rendimientos por plantas superiores a los 120 gramos, con alrededor de 23 frutos de peso promedio entre 5 y 6 g. Para un rendimiento general próximo a 10 t/ha.

Palabras clave: riego, coeficientes de cultivo (Kc).

ABSTRACT. The objective of this paper was evaluate the crop yields of strawberry crop Misionaria variety under hydroponic conditions with drip irrigation. The experiment was carried out at the Institute of Agricultural Engineering Research (Agric) located in the municipality of Arroyo Naranjo, Province of Havana. Three irrigation treatments were evaluated with four replicates, which consisted of using crop coefficients (Kc) through the crop cycle, for the calculation of the irrigation dose using the class "A" evaporimeter method and irrigation frequency every two days. The irrigation scheduling of the strawberry, with the use of Kc = 0.7, ensured a level of moisture in the soil capable of satisfying the water needs of the crop and thus achieving maximum yields. Obtaining yields per plants greater than 120 g, with about 23 fruits of average weight between 5 and 6 g. For an overall yield close to 10 t / ha.

Keywords: irrigation, crop coefficient (Kc),

INTRODUCCIÓN

Quero *et al.* (2004) señalan que la fresa (*Fragaria ananassa Duch*) es una de las frutas de mayor aceptación mundial y es también una de las que tiene mayores usos, entre los que se encuentran su exportación e importación como producto fresco, en la industria alimenticia, como saborizante (en la elaboración o repostería), entre otros. Se dice que la composición química y los atributos de calidad de la fresa son altamente influenciados por la combinación de varios factores, entre los que se encuentran los genéticos (variedad) y geográficos (clima y suelo) entre otros. Giamperi *et al.* (2014) señalan que la fresa en

su composición posee extraordinarias cualidades nutricionales en término de micronutrientes como minerales, vitamina C, y folatos y elementos no nutrientes como compuestos fenoles, esenciales para la salud humana.

Según Chaves *et al.* (2013) la fresa presenta alto consumo a nivel mundial, gracias a las cualidades de aroma, color y acidez que presenta.

Palencia *et al.* (2013) señalan el impacto que las condiciones climáticas futuras tendrán en la productividad agrícola, depende de la sensibilidad de cada factor ambiental.

Feriol (2010) apunta que la producción de fresas en Cuba se inició hace unos años con el propósito de la comercialización a los polos turísticos en calidad de fruta fresca o materia prima. Sin embargo, debido a las características del propio clima, la propagación de la fruta se ha visto muy limitada por la incidencia de factores bióticos y abióticos, tales como: el ataque de plagas y enfermedades, las altas temperaturas que azotan al país durante los meses de julio y agosto y a la vez se ha observado que los cultivos con los que se cuentan presentan muy mala calidad de fruto.

Los principales cultivares adaptables al clima cubano son: Misionaria o fresa criolla, Chandler, Oso Grande, Parker, Rabunda, Tiago, Solana, Aiko y Fresno (Clavijo *et al.* 2010; MINAG, 2011; Boletín de Noticias, 2010).

Por su constitución la fresa es una planta susceptible a la sequía, por lo que requiere de riego en aquellas zonas donde la pluviometría no está bien distribuida durante todo el año. Diversos autores, entre los que se encuentran García Morillo *et al.* (2015) trabajan con el fin de lograr un uso eficiente del agua en la producción de fresas, empleando riego por goteo, de acuerdo con los principios de riego de precisión.

En Cuba, su cultivo no está muy extendido, es producido por empresas especializadas y productores particulares, por lo que aunque el cultivo se riega, no existen resultados que permitan

aplicar el agua con la eficiencia requerida.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar los rendimientos del cultivo de la fresa *var. Misionaria* en condiciones de organopónico con riego por goteo.

MÉTODOS

El experimento se desarrolló durante dos años, en el Organopónico experimental del Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (Agric) ubicado en el municipio Arroyo Naranjo, Provincia La Habana.

Se plantaron estolones de la variedad Misionaria en el período de noviembre a mayo; las cuales fueron cultivadas en canaletas de asbestocemento de 10,8 m de largo, 0,7 m de ancho y 0,30 m de profundidad. El marco de siembra utilizado fue de 2 hileras por canaletas espaciadas a 0,4 m y la distancia entre plantas de 0,30 m.

Sobre el comportamiento del clima sólo se registró la evaporación (Figura 1A y B) en un evaporímetro Clase “A” y la lluvia (Figuras 2A y B) en pluviómetro estándar, ubicados cerca del experimento.

Se utilizó como sustrato biotierra, la que posee las siguientes propiedades (Tabla 1).

TABLA 1. Propiedades físico-químicas básicas del sustrato biotierra

Cc (%)	Da (g/cm ³)	Pe (g/cm ³)	PT (%)	Ce (mmoh)	pH
41,5	0,977	2,5	61	0,20	8,0

Falta leyenda en la tabla

Se evaluaron tres tratamientos de riego con cuatro réplicas, los cuales consistieron en utilizar tres coeficientes del cultivo (Kc) durante todo el ciclo, para el cálculo de la dosis de riego mediante el método del evaporímetro clase “A” y frecuencia de riego cada dos días. En este sentido Allen *et al.* (2006) apuntaron que “la evaporación del tanque está relacionada con la evapotranspiración de referencia por un coeficiente empírico derivado del mismo tanque”:

$$ET_o = K_p \cdot E_{tanque} \quad (1)$$

donde:

ET_o: evapotranspiración de referencia, (mm·dia⁻¹);

K_p: coeficiente del tanque evaporímetro;

E_{tanque}: evaporación del tanque evaporímetro, (mm·dia⁻¹).

Los mismos autores, señalan que el valor de K_p puede requerir un ajuste local. Para ello se recomienda realizar una adecuada calibración de E_{tanque} con relación a la ET_o calculada con el método FAO Penman-Monteith. En este sentido, Bernal (1996)¹, al relacionar la E_{tanque} con la ET_o obtenida por el método de Penman-Monteith, reportó para las condiciones de Cuba un valor de K_p de 0,86.

Por su parte Zamora *et al.* (2014), realizaron la compilación de coeficientes de cultivo (Kc) para 18 variantes en 10 cultivares, por etapas de desarrollo, generados por la investigación

experimental de 30 años en Cuba, pero los mismos no incluyen el cultivo de la fresa por lo que en el presente estudio los Kc utilizados fueron: 1,0 (T1), 0,7 (T2) y 0,4 (T3) los que constituyen los tratamientos evaluados.

La entrega de agua al cultivo se efectuó con un sistema de goteo, con emisores del tipo AGP de 4 l/h insertados en laterales de 16 mm ø ubicados en el centro de las dos hileras de plantas. El espaciamiento entre emisores fue de 0,30 m.

Para el control de plagas y enfermedades se utilizaron productos biológicos (Tabaquina, Thurisav 13, Vertisav 57, Tricosav 34) de forma preventiva con una frecuencia de aplicación de dos veces por semana.

La evapotranspiración de cada tratamiento fue calculada mediante el balance hídrico considerando los Kc propuestos y la evaporación registrada diariamente en el evaporímetro ubicado cerca del experimento, empleando un coeficiente de tanque (K_p) de 0,65.

Se efectuaron observaciones (frecuentes) en las plantas para determinar las fases de desarrollo del cultivo.

En cada una de las cosechas se evaluó el rendimiento y sus componentes, los cuales fueron analizados estadísticamente por el diseño factorial y prueba de Duncan al 5 % de probabilidad.

¹ BERNAL, P. L.: Measured and Calculated Evapotranspiration in South Havana, Cuba, Proceedings of the International Conference in Evapotranspiration and Irrigation Scheduling. ASAE/ Irrigation Assoc./ICID, pp: 924-927, 1996.

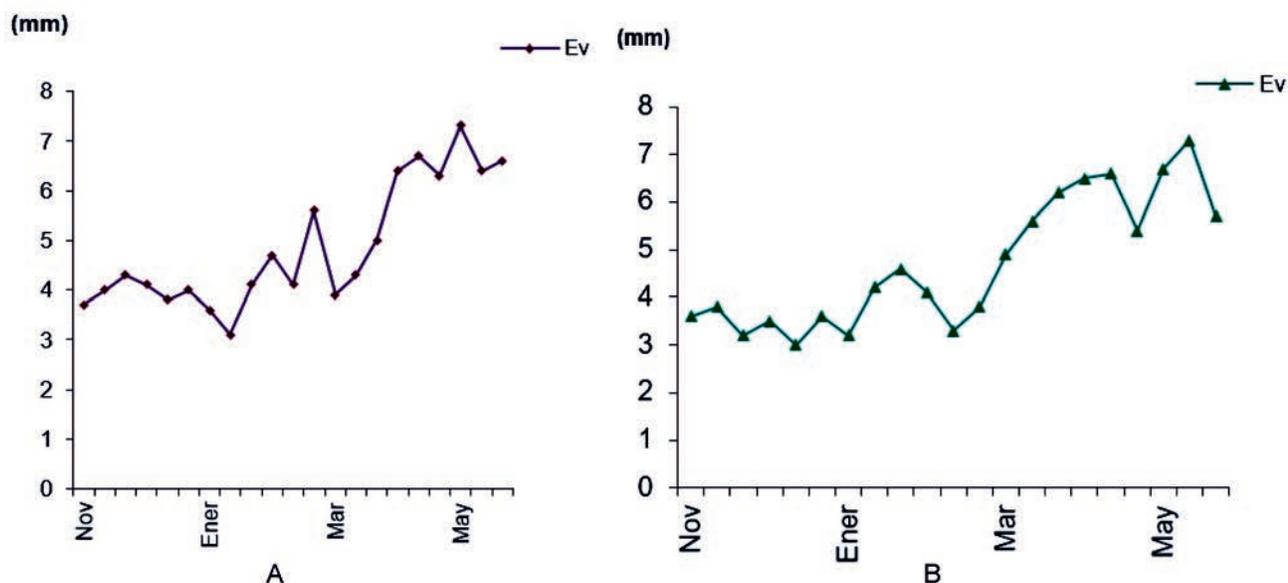


FIGURA 1. Distribución de la evaporación durante los años de experimento: A- Primer año; B- Segundo año.

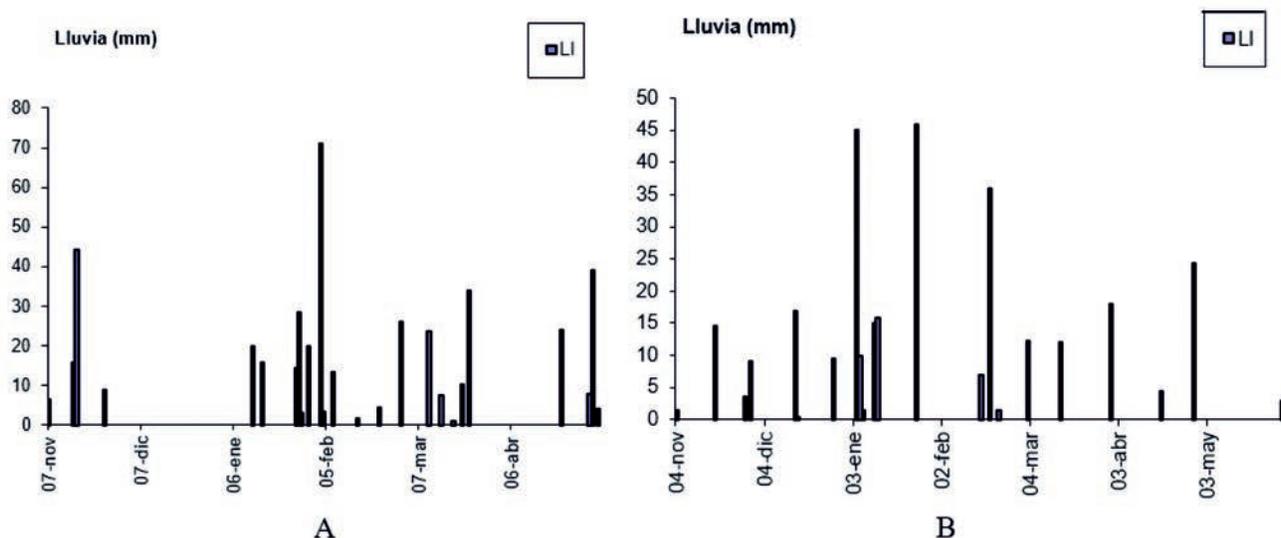


FIGURA 2. Comportamiento de la lluvia durante los dos años de experimento: A- Primer año; B- Segundo año.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 2, muestra el rendimiento y sus componentes durante el primer año de establecimiento del cultivo. El rendimiento por plantas osciló entre 72,82 a 117,32 gramos-planta⁻¹, observándose que existieron diferencias altamente significativas entre los tratamientos 1 y 2 con respecto al tratamiento 3, corroborando la respuesta positiva del cultivo al riego. Por su parte Zamora-Re *et al.* (2016) encontraron diferencias altamente significativas en el rendimiento entre tratamientos regados y no regados para dos cosechas.

Según MINAG (2011) el riego es un actor fundamental en

la producción de fresas, la planta se mantiene en producción durante toda la época seca; por eso para aprovecharla es determinante contar con un adecuado sistema de riego.

El tratamiento más favorecido resultó 2, regado con un Kc de 0,7 obteniendo un rendimiento de alrededor de 10 kg·ha⁻¹ (0,11 kg·planta⁻¹), con 27 frutos como promedio de 4,40 gramos de peso, considerado como excelente para Cuba. Lozano *et al.* (2016) en las condiciones de España obtuvieron rendimientos muy superiores, de hasta 74 t·ha⁻¹ con un Kc máximo de 1,1 y de 48 t·ha⁻¹ para un Kc punta de 0,8 en las variedades Sabrina y Antilla, respectivamente. Villalta y Zuazeda (2014)², para las condiciones de Ecuador, alcanzaron rendimientos entre 0.83 kg·planta⁻¹ y 1.13 kg·planta⁻¹.

² VILLALTA, V. J.; ZUEZADA, G. D.: Efecto de tres diferentes granulometrías de carbón vegetal y tensiones de humedad en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca*), bajo invernadero en la estación experimental La Argelia, 115 pp. , Tesis de Pregrado (en opción del título de Ingeniero Agrícola), Universidad Nacional de Loja, Ecuador, 2014.

Por su parte para las mismas condiciones en la variedad Albión, reportan Valverde y Morocho (2014)³ rendimientos muy superiores entre 0,60 y 0,75 kg·planta⁻¹ al emplear riego por goteo y de 0,48 kg·planta⁻¹ para condiciones de secano, para un ciclo del cultivo de 10 meses.

Aunque significativamente menores, los rendimientos del tratamiento 3, coinciden con los obtenidos por Kessel (2014) para las condiciones de Cuba.

En el segundo año del cultivo (Tabla 3), el rendimiento fluctuó entre 92, 66 y 123, 73 gramos·planta⁻¹ apreciándose la misma tendencia al no existir diferencias significativas en cuanto al rendimiento, entre los tratamientos 1 y 2, pero sí de estos con respecto al tratamiento 3. El mayor número de frutos

19, se obtuvo en el tratamiento 2, con un peso promedio de 6, 42 gramos.

En el promedio de ambos años (Tabla 4) se observa que el rendimiento osciló entre 84,39 y 120, 53 gramos·planta⁻¹, en condiciones de invernadero Juárez *et al.* (2007) obtuvieron rendimientos entre 6 y 21 gramos·planta⁻¹, al emplear tres sistemas de producción con riego por goteo. El tratamiento 2, alcanzó un rendimiento promedio de 10 kg·ha⁻¹ (0,12 kg·planta⁻¹), con 23 frutos como promedio de 5,42 gramos de peso. Para obtener dichos resultados se requirió una dosis total de riego de 800 a 1000 L/m² distribuida en 80 – 90 riegos. Morris *et al.* (2017) aplicaron dosis totales de riego de 800 a más de 2000 m³·ha⁻¹ dependiendo de la variedad y las condiciones climáticas.

TABLA 2. Rendimientos y sus componentes. Primer año

Tratamientos	Rend. m ² , kg	Rend. planta ⁻¹ , g	No. de frutos	Peso promedio del fruto, g
1	0,87 a	111,67 a	23,0 b	4,91 a
2	0,95 a	117,32 a	27,0 a	4,40 ab
3	0,46 b	72,82 b	18,0 c	4,18 b
Sig.	***	***	**	*
Es ±	0,0434	2,9278	1,0034	0,2174
Cv %	11,4011	5,8202	8,9529	4,8319

TABLA 3. Rendimiento y sus componentes. Segundo año

Tratamientos	Rend. m ² , kg	Rend. planta-1, g	No. de frutos	Peso promedio del fruto, g
1	0,99 a	113,87 a	17,0 b	6,73 a
2	1,02 a	123,73 a	19,0 a	6,42 a
3	0,73 b	92,66 b	16,0 b	5,83 b
Sig.	**	**	*	**
Es ±	0,0569	6,6881	1,0138	0,4850
Cv %	6,2320	6,0751	5,7931	7,6625

Tabla 4. Rendimiento y sus componentes. Promedio de ambos años

Tratamientos	Rend. m ² , kg	Rend. planta ⁻¹ , g	No. de frutos	Peso promedio del fruto, g
1	0,973 b	112,77 b	20,0 b	5,82 a
2	0,98 a	120,53 a	23,0 a	5,42 ab
3	0,60 c	84,39 c	17,0 c	5,0 b
Sig.	**	**	**	*
Es ±	0,3919	3,8079	0,6719	0,2647
Cv %	9,4208	3,5958	3,3178	4,8889

Igualmente Chavez *et al.*, (2013) corroboran los resultados ya que probaron que la interacción entre acolchado negro y una lámina alta (107 mm) en el cultivo de fresa presentó un incremento en el rendimiento del 55%, con relación a la lámina baja (71,2 mm) y el mismo tipo de acolchado

El tratamiento T2 (-10 kPa a -25 kPa) registró el mayor consumo de agua de riego con 66,8 mm distribuidos en 30 riegos, mientras que el menor consumo fue para el rango de tensión ente -10 kPa a -55 kPa con 21,2 mm en cuatro riegos.

CONCLUSIONES

- La programación de riego de la fresa, con el uso del Kc= 0,7 garantizó un nivel de humedad en el suelo capaz de satisfacer las necesidades hídricas del cultivo y así alcanzar los máximos rendimientos.
- Con dicho régimen hídrico en condiciones de agricultura urbana en la variedad Misionaria se pueden obtener rendimientos por plantas superiores a los 120 gramos, con

³ VALVERDE, P.L.O; MOROCHO, T.J.E.: Determinación del rango optimo del potencial matricial del suelo en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca*) bajo riego por goteo en la estación experimental La Argelia, 87pp., Tesis de Pregrado (en opción del título de Ingeniero Agrícola), Universidad Nacional de Loja, Ecuador, 2014.

alrededor de 23 frutos de peso promedio entre 5 y 6 g. Para un rendimiento general próximo a 10 t/ha. Para lograr dicho

resultado se requiere de una dosis total de riego de 800 a 1000 L/m² distribuida en 80–90 riegos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.; DOORENBOS, J & MONTEITH, L.: *Evapotranspiración del cultivo, Guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*, ser. Riego y Drenaje, Estudio FAO, No. 56, 2006, 298 pp. ISBN 92-5-304219-2, ISSN 02545293, Roma, Italia.
- BERNAL, P. L.: Measured and Calculated Evapotranspiration in South Havana, Cuba, Proceedings of the International Conference in Evapotranspiration and Irrigation Scheduling. ASAE/ Irrigation Assoc./ICID, pp: 924-927, 1996.
- BOLETÍN DE NOTICIAS. Cuba se inicia en el cultivo de fresas. Actualidad cubana. Guía de Cuba, 2010. Disponible en: <<http://www.guia-cuba.info/noticias-de-cuba/cuba-se-inicia-cultivo-fresas>>.
- CHAVEZ, A.; LASSO, Z.; RUIZ, H.; BENAVIDES, O.: "Efecto de dos coberturas plásticas y tres láminas de agua en un cultivo de fresa". *Revista de Ciencias Agrícolas*, 30 (1), pp. 26 – 37, 2013, ISSN Impreso 0120-0135, E IISN 2256-2273.
- CLAVIJO, R.; BELTRÁN, A.; LLAUGER, R.; RODRÍGUEZ, A.; FARRÉS, E.; GARCÍA, M. U. Y PLACERES, J.: "Apuntes sobre el cultivo de la fresa (Fragaria x ananassa Duch.)", *Revista Citrifrut*, 27 (2): 67-70, 2010, ISSN 1607-5072.
- FERIOL, X.: "Propiedades nutritivas y otras curiosidades de la fresa", *Revista Citrifrut*, 27 (1): 72-74, 2010, ISSN 1607-5072
- GARCÍA MORILLO, J.; MARTÍN, M.; CAMACHO, E; RODRÍGUEZ, D. J.A.; MONTESINOS, P.: "Toward precision irrigation for intensive strawberry cultivation", *Agricultural Water Management*, 151(6): 43-45, 2015, ISSN: 0378-3774.
- GIAMPIERI, F; ALVAREZ-SUAREZ, J.M; BATTINO, M.: "Strawberry and Human Health: Effects beyond Antioxidant Activity", *J. Agric. Food Chem.*, DOI: 10.1021/jf405455n, 62 (18):3867–3876, 2014.
- KESSEL, A.: "Evaluación morfoagronómica e isoenzimática de cultivares de *Fragaria ananassa* Duch., cultivados en Cuba", *Cultivos Tropicales*, 35 (2):72-79, 2014, ISSN impreso: 0258-5936, ISSN digital: 1819-4087.
- KESSEL, A.: "Mejora genética de la fresa (*Fragaria ananassa* Duch.) a través de métodos biotecnológicos", *Cultivos Tropicales*, ISSN impreso: 0258-5936, ISSN digital: 1819-4087, 33 (3): 34-41, 2012.
- LOZANO, D.; RUIZ, N.; GAVILÁN, P.: "Consumptive water use and irrigation performance of strawberries", *Agricultural Water Management*, 169, May: 44-51, 2016, ISSN: 0378-3774.
- MINAG.: Instructivo técnico del cultivo de la fresa, Ministerio de la Agricultura, Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical, Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales, 15 pp., 2011, ISBN: 978-959-7210-39-9.
- MORRIS, J.; ELSE, M.A; EL CHAMI, D; A.DACCACHE, A; REY, D.; KNOX, J.W.: "Essential irrigation and the economics of strawberries in a temperate climate", *Agricultural Water Management*, 194, December: 90-99, 2017.
- PALENCIA, P.; MARTINEZ, F; MEDINA, J. J y LOPEZ-MEDINA, J.: "Eficiencia de la producción de fresa y su correlación con la temperatura y la radiación solar". *Hortic. Bras.* [online]. ISSN 0102- 0536, <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362013000100015>, 31(1): 93-99, 2013.
- QUERO, E.; LÓPEZ, M. MACÍAS, L.: "Caracterización de tres cultivares de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) por espectroscopia de infrarrojo medio y quimioterapia", *Agrociencia*, 38 (005): 487-495, 2004.
- RIEGER, M. In: RIEGER M. (eds). Strawberry. Introduction to Fruit Crops. New York: Haworth Food & Agricultural Products Press, pp. 383-392, 2005
- ZAMORA, H. E., C.E. DUARTE, R. CUN, R. PÉREZ y M. LEÓN.: "Coeficientes de cultivos (Kc) en Cuba", *Revista Ingeniería Agrícola*, 4(3): 16-22, 2014, ISSN: 2306-1545, E-ISSN: 2227-8761.
- ZAMORA-RE, M.I; DUKES, M.D; STANLEY, C.D AND WERNER, H.: "Sprinkler Irrigation Pressure and Spacing Effect for Cold Protection of Strawberries", *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, ISSN (online): 1943-4774, <https://doi.org/10.1061>, 142 (1), 2016.
- JUÁREZ, R. C.R; RODRÍGUEZ, M. M.N; M.SANDOVAL, V.M.; MURATALLA, L.A.: "Comparación de tres sistemas de producción de fresa en invernadero", *Terra Latinoamericana*, 25 (1):17-23, 2007, E-ISSN: 2395-8030.

Recibido: 01/06/2017.

Aprobado: 18/12/2017.

Geisy Hernández-Cuello, Inv. Aux., Universidad Agraria de La Habana, Centro de Mecanización Agropecuaria, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. Correo electrónico: geisyh@unah.edu.cu

Jeny Pérez-Petitón, Correo electrónico: jpetiton@unah.edu.cu

María León-Fundora, Correo electrónico: geisyh@unah.edu.cu

Nota: 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.