

Factores técnico productivos que afectan la sostenibilidad del riego en instalaciones de agricultura urbana del Municipio Las Tunas, Cuba

Dr.C. Esteban Peña Peña*; ESP. Miladys Waite Londén**; Dr.C. Leyder Santana Peña*; Ing. Adolfo Velázquez Concepción***

1

Filiación institucional del (los) autor (es) y dirección.

*Universidad de Las Tunas. Ave Carlos J. Finlay s/n. Rpto. Santos, Las Tunas

**Instituto de Proyectos Azucareros (Iproyaz), Las Tunas. Los Pinos, Carretera Las Tunas Puerto Padre, Las Tunas.

***Empresa de Logística del Ministerio de la Agricultura, Cuba. Carretera Jobabo Km 1 1/2 , Las Tunas

RESUMEN

Se realizó una investigación en Febrero de 2013 en la que se evaluó integralmente la gestión del riego en instalaciones de Agricultura Urbana del Municipio Las Tunas que faciliten establecer medidas para la mejoría en la sostenibilidad de sus producciones. Se estudiaron las instalaciones: Casa de de Cultivo Semiprotegido “Victoria de Girón”; Casa de de Cultivo Semiprotegido “Toma de las Tunas”; Casa de de Cultivo Semiprotegido “Los Vegetales”; Casa de de Cultivo Casa de de Cultivo Semiprotegido “El Polígono” y Organopónico “Vitamina Verde”. Se evaluaron los parámetros del comportamiento hidráulico del sistema: coeficiente de uniformidad de gastos (CU); de presiones (CUh), láminas de agua promedio aplicadas y la eficiencia general del sistema. Se obtuvo como resultado que solo en un cuadrante del Organopónico “Vitamina Verde” y en uno de los tres cuadrantes evaluados en Toma de Las Tunas los caudales están por encima de 81% lo cual lo califica de bueno y los otros están por debajo de este 81%

calificándose de malos según. Se observaron además altos porcentajes de obturación que generan un riego ineficiente en todos los casos.

Palabras clave: riego, coeficiente de uniformidad, eficiencia.

1-INTRODUCCIÓN.

2

En años recientes, la problemática del empleo del agua en la agricultura, de la cual las hortalizas demandan grandes cantidades, se ha agravado por el incremento sostenido de la demanda (vinculado directamente al incremento de la población), la cada vez mayor competencia entre diferentes usos y territorios y a las consecuencias del cambio climático (que provoca más irregularidad en las precipitaciones con periodos de sequía más prolongados). Las situaciones de crisis en los abastecimientos de agua se hacen frecuentes con el consecuente debilitamiento de la actividad económica, en especial, del sector agroalimentario.

En este escenario de crisis frecuentes en el abasto y distribución del agua el riego eficiente es vital para obtener rendimientos sostenibles. Por otra parte, en las condiciones de la agricultura urbana, el agua para el riego compite con el agua para el uso doméstico de las ciudades donde se enclavan las instalaciones existentes, de ahí que sea imperativo el manejo, conservación y uso eficientes de los recursos hídricos para la producción de cultivos de alto valor económico como hortalizas, vegetales, hierbas aromatizantes y especias.

En las instalaciones de agricultura urbana, el factor fundamental para lograr una alta eficiencia del riego está en la maestría que puede tener el hombre para manejar el sistema en toda su extensión que comprende desde relacionar la necesidad de agua de los cultivos, según la fase de desarrollo en que se encuentren con el potencial de fertilidad y retención de humedad de un sustrato o suelo hasta la correcta explotación de la técnica en cuanto al manejo de los tiempos de riego, reparación de desperfectos, sustitución de elementos del sistema dañados o de mal funcionamiento, entre otros.

Por estas razones se torna relevante la evaluación periódica del funcionamiento del sistema, tarea esta de la explotación mediante la cual se analizan parámetros directamente relacionados a la eficiencia de riego, como el coeficiente de uniformidad, la uniformidad de distribución, el coeficiente de variación y otros.

Por ello se realizó una investigación con el objetivo de evaluar la calidad en el manejo de los sistemas de riego en algunas de las instalaciones de Agricultura Urbana del municipio Las Tunas que permita contribuir a una mejoría en la sostenibilidad de sus producciones.

2-MATERIALES Y MÉTODOS.

Se desarrolló una investigación en febrero de 2013 en la que se evaluó la eficiencia del riego en instalaciones de Agricultura Urbana del Municipio Las Tunas creadas a partir del año 1987 con el objeto social de la venta directa de vegetales y condimentos a la población e instituciones de educación y salud pública.

Las instalaciones estudiadas fueron:

- Casa de de Cultivo Semiprotegido “Victoria de Girón”.
- Casa de de Cultivo Semiprotegido “Toma de las Tunas”.
- Casa de de Cultivo Semiprotegido “Los Vegetales”.
- Casa de de Cultivo Casa de de Cultivo Semiprotegido “El Polígono”
- Organopónico “Vitamina Verde”

En el momento del estudio existían en cada uno de ellos diferentes cultivos como la remolacha (*Beta vulgaris*, L; zanahoria (*Daucus carota*, L.; cebollín (*Allium sativa*, L. y lechuga (*Lactuca sativa*, L.) con predominio de esta última en todos los canteros donde se evaluaron caudales y presiones.

2.1-Características climáticas de la zona de estudio

Según los datos obtenidos del Centro Provincial de Meteorología de Las Tunas, (ACC, 2016) las variables climáticas de mayor importancia en el municipio Las Tunas donde están ubicadas las instalaciones estudiadas se describe de la siguiente forma. Las temperaturas medias en el mes fueron superiores a los 20°C

e inferiores a los 25°C, lo cual es característico de este mes. La humedad relativa promedio fue alta con valores superiores al 50 % en todos los casos, y superaron el 75 % en varias ocasiones. Los valores altos de la temperatura media de conjunto con velocidades del viento también altas trajeron consigo que el poder evaporante de la atmósfera también lo fuera, de ahí que la evapotranspiración de referencia: ETo (Figura 1) de la zona calculada por el Método de Penman Monteith, osciló en el rango de 4 a 10 mm/día con un pico (9,14 mm/día) a finales del mes y una tendencia elevarse a partir de la segunda quincena. El comportamiento es normal pues la variable es la resultante del poder evaporante de la atmósfera, el cual crece con el incremento de las temperaturas y la insolación, sobre todo.

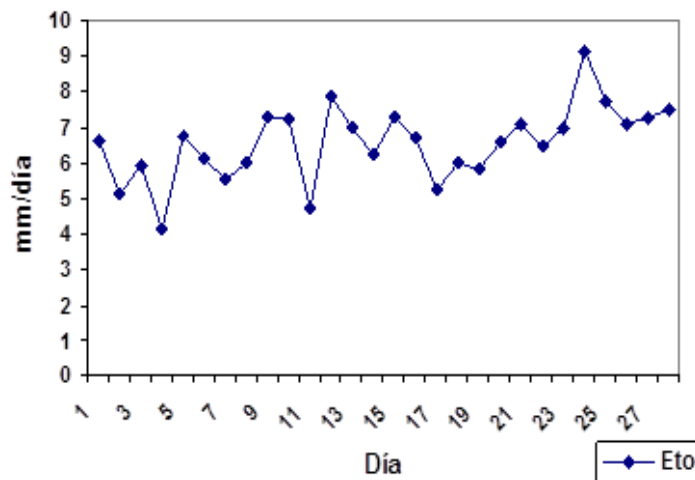


Figura 1 Dinámica de la Evapotranspiración de referencia (ETo) en el municipio Las Tunas en Febrero de 2013

2.2- Características del sistema de riego.

Las zonas bajo estudio se caracterizan por la escasez de agua en el subsuelo, no obstante, para áreas pequeñas de cultivos de hortalizas, es posible obtener el abastecimiento necesario a esta escala con pozos de 1 l.s⁻¹ a 30 metros de profundidad. En todos los casos se cuenta con suficiente suministro de agua

para los cultivos, mediante la perforación de un pozo existente en cada uno de ellos.

Para evaluar aspectos de calidad del agua se tomaron datos obtenidos por el laboratorio del Centro de Higiene y Epidemiología del municipio de Las Tunas (Minsap, 2012) y se consultó la NC 827-2012 (O.N.N., 2012).

Las áreas del estudio se riegan mediante sistemas con electrobombas instaladas. La técnica empleada es el riego por microjet. Estos son del tipo 2 x 140° con Ø de salida de 1 mm de fabricación cubana. Los mismos están espaciados a 1 m cada uno, sobre laterales de PEBD de 16 mm y longitud de 30 y 40 m en función del largo de los canteros.

2.3-Metodología Empleada para la Evaluación de la Técnica de Riego en el campo. Segunda fase del estudio

Se evaluó la Uniformidad de la Subunidad de riego mediante la determinación mediante evaluaciones de campo de los Coeficientes de Uniformidad de Caudales (CUC) y de Presiones (CUP). El CUC sirvió a su vez para estimar la eficiencia de operación del sistema en cada uno de los semiprotegidos y en el organopónico estudiados. También fue determinado el coeficiente de variación de caudales.

Para determinar la uniformidad de riego de una instalación se seleccionan por operación, una unidad o subunidad de riego. En general, se deben escoger aquellas que trabajen en las condiciones más difíciles (más alejadas de los cabezales de campo) o donde se detectaron problemas a simple vista (obstrucciones de emisores, desuniformidad, bajo vigor del cultivo, etc.).

En este sector se toman cuatro líneas portaemisores (laterales de riego), dos de ellos que correspondan a los más alejados y dos intermedios equidistantes de estos. En el sentido del riego cuatro plantas: la primera, la ubicada a 1/3 del origen, a 2/3 del origen y la última. De esta forma se logran 16 puntos de medición (Merriam y Keller, 1978).

Se procede al aforo en cada uno de los sitios que correspondan a la planta y se promedia el valor obtenido para los casos que correspondan a más de un emisor

por planta. También se hace un promedio de los dieciséis caudales. Complementariamente se mide la presión en la válvula de control de la unidad o subunidad y al final de los laterales en que se midieron los emisores. Generalmente las válvulas poseen un dispositivo para medir la presión donde se ingresa un manómetro con punta de aguja. Al final de los laterales se perfora la manguera antes del conector final para medir y luego se quiebra antes para evitar la salida del agua.

Para la determinación del Coeficiente de Uniformidad de Caudal y Presión (C_{ug} y C_{uh} respectivamente) se siguió la metodología planteada por Merriam y Keller, (1978) que propone las siguientes expresiones para su cálculo:

$$C_{ug} = (Q_{25} / Q_n) \times 100$$

Donde:

C_{ug} : Coeficiente de uniformidad de caudales (%).

$Q_{25\%}$: media del caudal ($l \cdot h^{-1}$) registrada en los cuatro (4) emisores (25%) que presentan menor caudal y presión.

Q_n : caudal medio registrado en los 16 emisores evaluados.

Según el criterio de Keller y Bliesner, (1990) para los sistemas de microirrigación los valores de C_u pueden categorizarse según los criterios siguientes:

- >94 % Excelente.
- 86-93 % Buena
- 80-85 % Aceptable
- 70-79 % Pobre
- <70 % Inaceptable

Con los datos del gasto medio (Q_n) por emisor, el tiempo de riego promedio y la superficie del cantero se procedió a calcular la lámina de riego diaria aplicada según la fórmula siguiente:

$$L_n = Q_n \cdot N_e \cdot T_r / 46$$

Donde:

L_n : Lámina de riego diaria ($mm \cdot día^{-1}$).

Qn: Gasto promedio por emisor ($l \cdot h^{-1}$).

Ne: Número de emisores en el cantero (u).

Tr: Tiempo de riego diario (h).

46: Área o superficie del cantero (m^2).

7

3-RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

3.1-Principales problemas técnicos detectados que afectan el comportamiento de gastos, presiones y coeficiente de uniformidad.

3.1.1-Evaluación de la calidad del agua para riego

Los datos de calidad de las aguas de riego aportados por el laboratorio del Centro de Higiene y Epidemiología del municipio de Las Tunas (Minsap, 2012) reflejados en la Tabla 1 indican que las propiedades físicas de las aguas están dentro de los límites máximos admisibles (LMA) según la NC 827:2012.

Tabla 1 Resultados del análisis de calidad del agua de las áreas bajo estudio. Fuente Minsap, (2012).

Pozos	Ce (dS/m)	pH	NO ₃ (ppm)
SPEP	0,74	7,8	48
SPEP	0,71	7,0	18
SPEP	0,75	7,0	20
SPEP	0,60	7,0	27
OPVV	0,60	7,0	22

Simbología

SPEP: Casa de Cultivo Semiprotegido “El Polígono”
SPEP: Casa de Cultivo Semiprotegido “Toma de las Tunas”
SPEP: Casa de Cultivo Semiprotegido “Victoria de Girón”
SPEP: Casa de Cultivo Semiprotegido “Los Vegetales”
OPVV: Organopónico “Vitamina Verde”

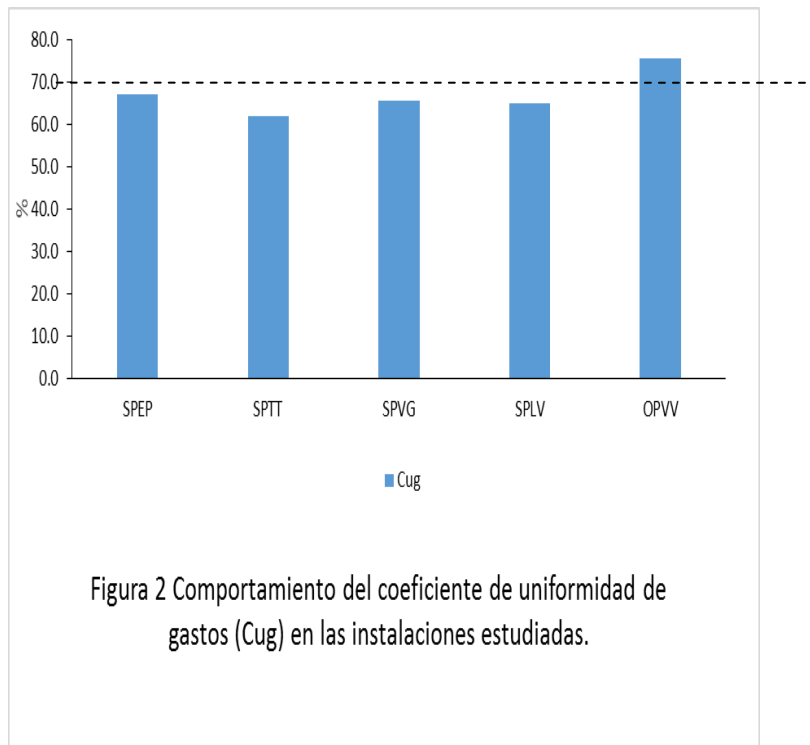
Sin embargo la contaminación bacteriana adquiere cierta significación en las aguas analizadas que abastecen al Semiprotegido "Los Vegetales", por los altos tenores de bacterias del tipo coliformes totales y fecales, las muestras analizadas alcanzan valores Niveles de Microorganismos Presentes (NMP) de 1600 NMP/100 ml superiores a los 1000 NMP/100 ml admisibles según la NC_827_2010. Esto se debe a que en zonas aledañas ocurren vertimientos de aguas usadas por la comunidad y de desperdicios domésticos que contienen residuos orgánicos. El pozo se encuentra enclavado fuera del área perimetral que delimita a la instalación.

Al respecto Ortega y Orellana (2007) al tratar el tema del riego en áreas de agricultura urbana refieren que los sistemas de evacuación de las aguas residuales de las ciudades y pueblos, a menudo son defectuosos, por lo que es usual que las corrientes superficiales de agua y los cuerpos de agua de las ciudades y su entorno más próximo tengan una alta carga de contaminantes: organismos patógenos (bacterias coliformes fecales, virus de la hepatitis, nemátodos, etc.); carga orgánica elevada; metales pesados.

Cofie y Van Veenhuizen (2008) refieren que los problemas de agua, saneamiento y alimentos afectan a las personas en forma directa. La manutención de un ambiente saludable requiere de un manejo sostenible de los recursos urbanos. Las ciudades necesitan de una visión más amplia y a largo plazo del uso del espacio urbano para reducir la pobreza y promover la sostenibilidad. El acceso a agua, saneamiento adecuado y alimentos es esencial.

3.1.2-Resultados de la evaluación del coeficiente de uniformidad de gastos (Cug).

En la figura 1 se aprecia que en casi todas las instalaciones evaluadas el coeficientes de uniformidad de gastos (Cug) tienen un comportamiento desfavorable, pues excepto en el Organopónico "Vitamina Verde" que se clasifica como pobre, en las demás instalaciones se alcanzaron valores inferiores al 70%, lo que califica al riego del sistema como inaceptable.



Simbología

SPEP: Casa de Cultivo Semiprotegido "El Polígono"

SPEP: Casa de Cultivo Semiprotegido "Toma de las Tunas"

SPEP: Casa de Cultivo Semiprotegido "Victoria de Girón"

SPEP: Casa de Cultivo Semiprotegido "Los Vegetales"

OPVV: Organopónico "Vitamina Verde"

En todo tipo de instalación donde se emplee el riego localizado debe lograrse que la uniformidad alcance valores superiores al 90% a nivel parcelario, lo cual no se logra en las estudiadas. Esto es clave para lograr patrones de uniformidad de humedad estables, y alcanzar al final del ciclo del cultivo altos rendimientos agrícolas, adecuadas eficiencias de aplicación y bajo déficit hídrico (Charles y Burt, 2002).

Se realizó una inspección de los factores presentes en las unidades que según la literatura pueden afectar el coeficiente de uniformidad durante la explotación. Al respecto se detectaron numerosas deficiencias. Según los datos aportados en la en la tabla 2 se destaca un alto porcentaje de emisores tupidos, el cual alcanza su

mayor valor en el sistema instalado en el Semiprotegido “El Polígono” con 8,2 %, seguido de del “Victoria de Girón” con 6,8%, mientras la mejor situación se encuentra en el “Toma de las Tunas” con 3,3 %.

De igual forma en la tabla se observa una situación desfavorable respecto a la presencia de salideros y roturas de mangueras. La mayor cantidad de uniones con salideros se presentó en el Semiprotegido “Victoria de Girón” con un 5,3 % y las menores afectaciones en el Organopónico “Vitamina Verde” con 5,3 %. De forma general hay pocas afectaciones en todas las instalaciones estudiadas en cuanto a la existencia de laterales y conexiones rotas (cortados).

Tabla 2 Situación de las obturaciones y salideros en los sistemas de riego de las instalaciones estudiadas.

Unidad	Emisores obturados (%)	Uniones con salideros (%)	Laterales y conexiones cortados (%)
SPEP	8,2	4,6	2,2
SPEP	3,3	4,1	1,8
SPEP	6,8	5,3	0,5
SPEP	5,4	4,1	1,1
OPVV	6,1	3,9	0,3
Simbología			
SPEP: Casa de Cultivo Semiprotegido “El Polígono”			
SPEP: Casa de Cultivo Semiprotegido “Toma de las Tunas”			
SPEP: Casa de Cultivo Semiprotegido “Victoria de Girón”			
SPEP: Casa de Cultivo Semiprotegido “Los Vegetales”			
OPVV: Organopónico “Vitamina Verde”			

Cada una de las deficiencias expuestas tiene influencia negativa directa sobre el comportamiento del coeficiente de uniformidad y la eficiencia del sistema, debido a que la presencia de obturaciones altera el gasto y presión de los emisores que

estén en funcionamiento, mientras los salideros generan caída general de estos dos indicadores de explotación del sistema.

El principal problema de los sistemas de riego localizado de alta frecuencia (RLAF) es que debido a la presencia de sustancias de origen físico, químico y microbiológico en el agua se produce una obturación progresiva de los emisores (Goyal y Ramírez, 2007). Este problema se relaciona de manera directa con la uniformidad de producción y el crecimiento de las plantas (Te Velde, 2001; Andersson, 2005).

El estudio de los tiempos de riego promedio aplicados en las instalaciones durante el período de desarrollo de la investigación (ver tabla 3) arrojó que en las Casas de Cultivo Semiprotegido "Los Vegetales" y "Victoria de Girón" se aplican diariamente tiempos de riego de 0,30 y 0,35 h respectivamente. En el resto se riega por debajo de la media hora diaria. Estos tiempos de riego se han adoptan como esquema fijo de trabajo en los sistemas de riego sin tener en cuenta los gastos instalados por planta, ni el cultivo establecido hacia el cual va dirigido.

En todas las instalaciones se siembran los cultivos en canteros de 20x1,2 m con un área total de 46 m² cada cantero. Al considerar el tiempo de riego promedio que se le aplica a esta superficie se derivan las láminas de riego que se observan en la figura 4. Según esto en el caso de las Casa de Cultivo Semiprotegido "Victoria de Girón" se aplican dosis diarias cercanas a 10 mm. día⁻¹, mientras en la instalación "El Polígono" y el Organopónico "Vitamina Verde" se le aporta a las plantas 6 y 6,53 mm.día⁻¹ respectivamente. En el que menor lámina se midió fue en el Semiprotegido "Toma de Las Tunas" con 4,03 mm. día⁻¹.

Sin embargo, si se comparan estas dosis de riego diarias con el promedio de Evapotranspiración de Referencia (ET_o) calculado según la fórmula de Penman Monteith (Allen et al., 1998) se observan desviaciones en todos los casos que repercutirán en un exceso o déficit hídrico de los cultivos que se riegan. En este sentido se observa que hay dos instalaciones o unidades en las que la lámina de riego promedio aplicada está por encima de la ET_o (Ver Figura 1), que son el Organopónico "Vitamina Verde" y el Semiprotegido "Victoria de Girón". En las

demás no se sobrepasa el valor de 6 mm.día^{-1} que fue la cuantía de la ETo para el mes de febrero de 2013 en la zona según reportes del Centro Provincial de Meteorología de Las Tunas (ACC, 2013).

Tabla 3 Tiempos (h) y lámina de riego (mm.día^{-1}) promedio aplicados en las instalaciones estudiadas

Unidad	Qn: Gasto medio (l.h^{-1})	Tr: Tiempo de riego promedio (h)	Ln: Lámina de riego promedio (mm.día^{-1})
SPEP	27,60	0,25	6,00
SPEP	21,06	0,22	4,03
SPEP	31,56	0,35	9,61
SPEP	21,97	0,30	5,73
OPVV	27,83	0,27	6,53
Simbología			
SPEP: Casa de Cultivo Semiprotegido “El Polígono”			
SPEP: Casa de Cultivo Semiprotegido “Toma de las Tunas”			
SPEP: Casa de Cultivo Semiprotegido “Victoria de Girón”			
SPEP: Casa de Cultivo Semiprotegido “Los Vegetales”			
OPVV: Organopónico “Vitamina Verde”			

Según Faci, (2012) el principio fundamental de una buena programación es que durante todo el ciclo del cultivo las necesidades hídricas del cultivo deben estar cubiertas por el riego y lluvia sin que se produzca déficit hídrico. La ETo es el punto de partida para realizar el cálculo de la programación de riegos en un sistema. Para calcularla se requiere una adecuada información sobre la dinámica de las variables climáticas en el área irrigada y su determinación sirve de base para conocer a su vez la Evapotranspiración del cultivo (Etc) relacionado con el consumo hídrico de la planta.

Para ilustrar la situación anterior se realizaron los cálculos correspondientes a las demandas hídricas (ETc) del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa, L.*), cultivo este que estaba presente en todas las instalaciones estudiadas durante el mes de febrero y que ocupaba de hecho más del 50 % del área total. En este sentido se encontraron notables desviaciones en los aportes de agua que se dan mediante el riego respecto a las demandas reales del mismo.

La figura 3 muestra claramente que en el Organopónico “Viatamina Verde” y la Casa de Cultivo “Semiprotegido Victoria de Girón” los aportes están muy por encima de las demandas. Muy diferente lo que ocurre en las instalaciones “Victoria de Las Tunas” y los Vegetales donde la situación es inversa, pues el cultivo sufre déficit debido a que las láminas de riego aplicadas no satisfacen las necesidades hídricas de la lechuga.

Con el riego se debe aplicar la cantidad justa para cubrir el consumo de agua del cultivo ó ETc. Un exceso de agua de riego supone el lavado de fertilizantes, lo que puede acarrear problemas medioambientales por la contaminación de las aguas subterráneas. Además, en suelos pesados es corriente la aparición de problemas de encharcamiento y asfixia radicular. Ciertos cultivos, como el pimiento, son muy sensibles al exceso de agua y en algunos casos puede llegar a producir la muerte de la planta. Una aportación de agua inferior a la ETc puede llegar a provocar déficit hídrico y por tanto una reducción de la producción (Fernández, 2001).

Para el caso específico de la lechuga de forma general en la literatura se plantea que el cultivo puede ser afectado tanto por déficit como por exceso hídrico durante su ciclo. Al respecto Defilipis et al., (2005) citan que no se aconseja efectuar aportes de agua inferiores al 75% del consumo, ya que se infiere un estrés incipiente a medida que se incrementa la restricción a través de las diferencias significativas en la acumulación porcentual de materia seca. En ese mismo sentido Luna et al., (2015) afirman que debe controlarse adecuadamente la dosis de riego, ya que un exceso de riego puede reducir el rendimiento del cultivo y también disminuir la calidad de la lechuga.

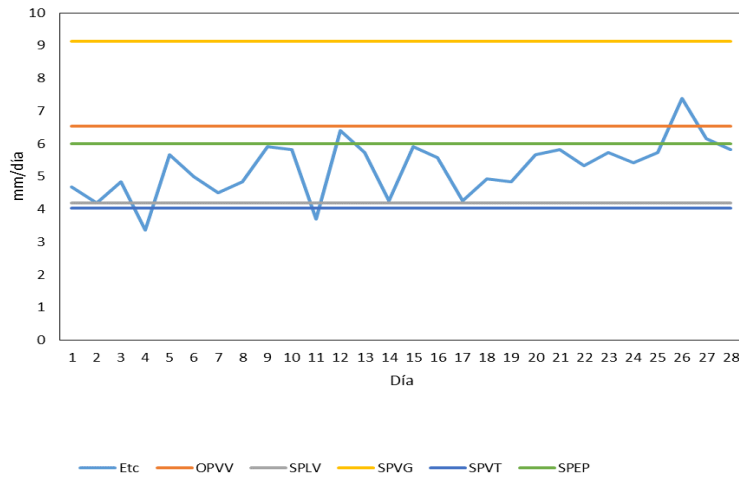


Figura 3 Dinámica de demandas y aportes hídricos del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa*, L.) durante el mes de febrero

Simbología

SPEP: Casa de Cultivo Semiprotegido “El Polígono”

SPEP: Casa de Cultivo Semiprotegido “Toma de las Tunas”

SPEP: Casa de Cultivo Semiprotegido “Victoria de Girón”

SPEP: Casa de Cultivo Semiprotegido “Los Vegetales”

OPVV: Organopónico “Vitamina Verde”

Conclusiones:

- Se observaron numerosas deficiencias en la explotación del riego por microirrigación en instalaciones de agricultura urbana del municipio Las Tunas, relacionadas con la calidad biológica de las aguas y la eficiencia del riego
- Los principales problemas se centran en una deficiente calidad biológica del agua, así como la presencia de obturaciones y roturas en mangueras y accesorios que provocan que el coeficiente de uniformidad sea inaceptable o pobre.

- Los parámetros del régimen de riego que se aplica no son adecuados a las demandas hídricas reales de los cultivos que se siembran.

Bibliografía:

- A.C.C.: Academia de Ciencias de Cuba. (2013). Informe de comportamiento de variables climáticas en la Estación Meteorológica de Las Tunas para el período Enero-Febrero de 2013. Impresión ligera. 8 pp.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. (1998) Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper 56. Food and Agriculture Organization, Rome. En línea. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/x0490e/x0490e00.htm> [Consulta Diciembre 2015]
- Andersson, L. (2005). Low-cost drip Irrigation on farm implementation in South Africa. Tesis de maestría. Environmental Engineering, Lulea University of Technology, Lulea, Suecia.
- Charles, M. y P. Burt. (2002). Riego por goteo y por micro aspersion para árboles, vides y cultivos anuales, Vida Rural, 1: 744-760.
- Cofie, O y R. Van Veenhuizen (2008) .Editorial: Uso Sostenible del Agua en la Agricultura Urbana. Revista Agricultura Urbana. No. 20. En línea. Disponible en <http://www.ruaf.org/sites/default/files/RAU20.pdf> [Consulta Febrero 2016].
- Companioni, N.; Y. Ojeda, E. Páez y C. Murphy. La agricultura urbana en Cuba. (2016). En línea. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/295338044/COMPANIONI-La-Agricultura-Urbana-en-Cuba#scribd> [Consulta Febrero 2016]
- Defilipis, C.; S. Pariani, A. Jiménez y C. Bouzo. (2005). Respuesta al riego de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivada en invernadero. En línea. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/228910447_Respuesta_al_riego

- [de lechuga *Lactuca sativa* L. cultivada en invernadero](#) [Consulta Febrero 2016].
- Faci, J. (2012). Determinación de las necesidades de riego de los cultivos. Jornada Técnica sobre la Modernización de Regadíos en la Comunidad V de Bardenas Ejea de Los Caballeros, 6 de Octubre de 2012. En línea. Disponible en <http://digital.csic.es/handle/10261/75100> [Consulta Febrero 2016].
 - Fernández, M. D.; Orgaz, F.; Fereres, E.; López, J. C.; Céspedes, A.; Pérez, J.; Bonachela, S. y Gallardo, M. (2001): Programación del riego de cultivos hortícolas bajo invernadero en el sudeste español. Almería, Cajamar (Caja Rural Intermediterránea).
 - Goyal, M.R. y V.H. Ramírez. (2007). Manejo de riego por goteo. 2a ed. Universidad de Puerto Rico, Mayagüez.
 - Keller J. y R. Bliesner. (1990). Sprinkler and Trickle Irrigation. Chapman & Hall, New York, 625 pp.
 - Luna, C; J. Tudela, A. Martínez, A. Allende y M. Gil. (2015). El riego deficitario mejora el rendimiento y la calidad de la lechuga en IV Gama. ACTAS DE HORTICULTURA Nº 60. En línea. Disponible en <http://www.sech.info/ACTAS/Acta%20n%C2%BA%2060.%20XIII%20Congreso%20Nacional%20de%20Ciencias%20Hort%C3%ADcolas/Horticultura/El%20riego%20deficitario%20mejora%20el%20rendimiento%20y%20la%20calidad%20de%20la%20lechuga%20en%20IV%20Gama.pdf> [Consulta Febrero 2016].
 - Merriam, J. L. y J. Keller. (1978). Farm irrigation systems evaluation. A guide for management, 235 pp, UTAH. State University. USA.
 - Minagri (Ministerio de la Agricultura). (2012). Informe de balance anual de producciones urbanas en Las Tunas. Informe impresión ligera. 22 pp.

- Minsap: Ministerio de Salud Pública de Cuba. (2012). Informe de análisis de calidad de aguas de riego en sistemas de agricultura urbana del Municipio Las Tunas. Impresión ligera. 6 pp.
- O.N.N: Oficina Nacional de Normalización de Cuba. NC 827:2012. (2012). Agua potable, requisitos sanitarios. Norma obligatoria. Oficina Nacional de Normalización. 12 p. Habana, Cuba.
- Ortega, F y R. Orellana. (2007). El riego con agua de mala calidad en la agricultura urbana. Aspectos a considerar II. Aguas residuales urbanas. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 16(3): p. 25-27.
- Te Velde, P. (2001). Low cost gravity based drip irrigation reasearch, Zimbabwe. En: Water Conservation and Use in Agriculture. En línea. Disponible en http://www.wca-inonet.org/servlet/BinaryDownloaderServlet?filename=1014033158902_DripIrrigation.pdf&reID=16435; [Consulta Febrero 2016]