

EVALUACIÓN EN CONDICIONES DE CAMPO DE POSTURAS DE PAPAYA SOMETIDAS A DIFERENTES TIPOS DE RIEGO CONTROLADO EN ETAPA DE VIVERO

José E. González Ramírez^{1*}, Eliet Veliz Lorenzo² y Daniel Rodríguez Pérez¹.

1. Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). Apartado 6, Santo Domingo, CP: 53 000, Villa Clara, Cuba.

2. Centro de Investigaciones de Ozono (CIO). Ave. 15 y calle 230, Siboney, Playa, La Habana, Cuba.

* Autor para la correspondencia: diagnostico@inivit.cu

RESUMEN

La papaya (*Carica papaya* L.) se encuentra entre los frutales tropicales de mayor importancia en Cuba y en el mundo. El vivero es la etapa inicial de desarrollo del cultivo y la calidad de las posturas es un componente fundamental del posterior rendimiento de las áreas de producción. La fertilidad de los sustratos utilizados en este estadio define los resultados que se obtendrán. Las aguas residuales domésticas presentan gran carga contaminante fundamentalmente para las redes acuíferas. Sin embargo, por su composición bioquímica, representa un alto potencial para su reutilización en el riego agrícola, contribuyendo además, a la necesidad de nuevas fuentes de agua para la agricultura. El ozono ha demostrado tener una alta capacidad oxidante, por lo que presenta gran número de aplicaciones entre ellas, la desinfección de aguas albañales. En el presente trabajo se utilizó el agua residual doméstica de la comunidad del Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT) recuperada, a través de un tratamiento físico-químico que incluye una desinfección final con ozono, en el riego de posturas de papaya, logrando disminuir en nueve días el tiempo necesario para que las posturas estén listas para el trasplante, aumentando en más de 2,5 veces la eficiencia del uso del agua y se disminuye en 10 días del período de floración y fructificación de las plantas llevadas a campo, posteriormente.

Palabras clave: Aguas de reuso, ozono, papaya, fertirrigación.

EVALUATION UNDER FIELD CONDITIONS POSTURES PAPAYA UNDER DIFFERENT IRRIGATION CONTROLLED NURSERY STAGE

ABSTRACT

Papaya (*Carica papaya* L.) is among the most important tropical fruit in Cuba and the world. The nursery is the initial stage of crop development and quality of the positions is a key component of the subsequent performance of the production areas. The fertility of the substrates used in this stage defines the results to be obtained. Domestic wastewater has large pollution load networks mainly to aquifers. However, its biochemical composition represents a high potential for reuse in agricultural irrigation, contributing also to the need for new sources of water for agriculture. Ozone has been shown to have high oxidative capacity, so therefore has many applications including disinfection of sewage. In this study we used the domestic wastewater recovered, through a chemical treatment that includes a final disinfection with ozone, in irrigation of papaya seedling; results shows that this plantlets are able for transplanting nine days

before the others, increasing by over 2.5 times the efficiency of water use. Decreasing ten days floration and fructification period in plants settled in the field.

Keywords: treated wastewater, ozone, papaya, seedling.

INTRODUCCIÓN

El papayo (*Carica papaya* L.) se incluye actualmente en la familia de las *Caricaceae*. Los viveros constituyen una fase importante a tener en cuenta para elevar los rendimientos de este cultivo. En esta etapa debe tenerse en consideración factores como: ubicación y protección, suelo o sustrato, desinfección del suelo, calidad del agua, dimensiones de las bolsas, llenado y colocación de las bolsas, dimensión del cantero, pregerminación de las semillas, riego, arropamiento, sombreo, control fitosanitario, fertilizaciones complementarias y ciclo de vivero. La fertilidad de los sustratos, entre otros, determina lo anteriormente expuesto (MINAG 2011).

Para el correcto desarrollo de esta etapa debemos tener en cuenta una serie de elementos como son: el mejor suelo para su desarrollo que reúna, una correcta protección fitosanitaria, ubicación cerca del área de cultivo pero evitando la colindancia, el tipo de bolsa a utilizar con un llenado correcto (Rodríguez y Sánchez 2009).

Los períodos de tiempo necesarios para alcanzar los mínimos valores de calidad se alargan, encareciendo los costos por mayor tiempo trabajo, uso del agua, etc. La poca calidad de las posturas se refleja en plantaciones de poco potencial de rendimiento con mayores costos de producción (Rodríguez y Sánchez 2009).

La Empresa de Producción de Semillas recomienda una altura de 15-20cm; en México recomiendan que cuando tienen de 10-15cm están listas para el trasplante, según la Empresa Mexicana AGROSEM el tamaño ideal de la planta es cuando tiene 15cm de altura con 6 a 8 hojas verdaderas; en la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico proponen realizar el trasplante entre 40-50 días después de sembrar la semilla, a esta edad las plántulas deben tener entre 6 y 12 pulgadas (15 y 30cm) de altura (Rodríguez y Sánchez 2009).

La reutilización del agua en la agricultura constituye una alternativa de gran relevancia en Cuba (Blumenthal, 2000), en países como México se descarga un total de 200 m³/s (6.3 km³ por año) de los cuales es aprovechado en riego agrícola un volumen total de 108 m³/s (3.4 km³ por año); sin embargo, sólo el 8.2% de éstos tiene algún proceso de tratamiento, mientras que el 91.8% se aplica sin tratamiento alguno en 254,597 ha distribuidas en 26 Distritos de Riego (Bakker, 2000). En contraparte, se ha demostrado que el empleo en riego del agua negra es la causa principal de la transmisión de enfermedades diarreicas ocasionadas por Helminthos en la región del valle del Mezquital donde los niños entre 4 y 16 años sufren 16 veces más de Ascariasis que en zonas donde se emplea agua limpia (Veliz, 2010).

El ozono tiene un altísimo valor oxidante, muy superior al del oxígeno, el cloro u otros oxidantes conocidos (Rice, 2007); en condiciones de trabajo, puede llegar a tener un poder desinfectante de 300 a 3000 veces superior al cloro (Naito, 2009) Debido a las propiedades anteriormente señaladas ha comenzado a tener una gran cantidad de aplicaciones enfocadas al tratamiento de aguas, aires y la eliminación de olores desagradables (Bau, 1991).

Con el objetivo de determinar el efecto del riego con aguas residuales recuperadas durante la etapa de vivero de la papaya sobre el desarrollo del cultivo en campo se realizó el presente trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Evaluaciones realizadas en etapa de campo

Los experimentos se realizaron en áreas del INIVIT en los viveros fueron desarrollados en un suelo Pardo mullido carbonatado (Hernández *et al.*, 2005) más materia orgánica en igual proporción. Se emplearon semillas de la variedad 'Maradol Roja' en bolsos de 500 gramos. Se siguieron las indicaciones del Instructivo Técnico de la Fruta Bomba (MINAG, 2011).

Se prepararon tres grupos de 40 plantas las que fueron sometidas a riego controlado en días alternos, en cada ocasión se empleó entre 60 y 70 mililitros de tres aguas diferentes, donde los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

1. Control (agua del río Sagua la Grande)
2. Agua ozonizada con concentraciones de ozono disuelto en el rango de 1ppm
3. Aguas residuales domésticas tratadas por un proceso físico-químico de floculación-deposición y posterior desinfección con ozono.

Para el Tratamiento No. 2 se utilizó un generador de ozono AQOZO-221 alimentado con flujo de aire atmosférico con el que se suministraron 15 gramos de ozono por hora durante 10 minutos a 5 litros de agua destilada.

Para el Tratamiento No. 3, se empleó la metodología de Veliz (2010) a partir de las aguas residuales producidas en la comunidad del INIVIT. El producto resultante fue caracterizado en el Centro de Investigaciones de Ozono (CIO), adjunto al Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC).

Las posturas fueron plantadas en áreas de producción del INIVIT, para lo que se empleó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Todos los grupos recibieron las mismas atenciones culturales, según el Instructivo Técnico (MINAG, 2008).

En esta etapa se realizaron dos evaluaciones semanales para determinar los días de aparición de las primeras flores y frutos, y posteriormente conteos de flores y frutos hasta los 100 días posteriores al trasplante.

Los datos se analizaron estadísticamente mediante análisis de varianza de clasificación simple y la comparación múltiple de medias según el test de Tukey HSD (Lerch, 1977) con el empleo del paquete STATGRAFICS Versión 5.1 sobre Windows XP.

Análisis económico de los resultados experimentales

Se calculó el ahorro de agua a partir de la consumida en los tratamientos evaluados, tomando como base el consumo de agua en el vivero del INIVIT irrigado con sistema de aspersión (cuatro aspersores) durante 30-40 minutos en días alternos. Para esto se realizaron cinco evaluaciones del tiempo necesario para que el gasto de agua fuera de cinco litros en cada una de las cuatro salidas. Además se consideró el ahorro en dinero por concepto de salario producido por los días se adelantó la etapa de vivero.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluaciones realizadas en etapa de campo

Las mediciones realizadas en etapa de campo muestran que las plantas que habían sido regadas con agua residual doméstica recuperada mantienen un desarrollo más acelerado que las provenientes de los viveros regados con las otras dos aguas (Tabla 1).

Tabla 1. Comportamiento de las posturas después de trasplantadas.

Tratamiento	Días hasta floración	Días hasta floración	# frutos a los 100 días
Control	48,2 b	62,5 b	8,0 a
Agua ozonizada	46,6 b	60,2 b	9,9 a
Agua de reuso	37,8 a	51,5 a	14,4 b
CV (%)	4,78	3,4	11,81
ES $\pm$	0,56	0,64	0,64

Las plantas de este grupo mostraron un crecimiento más rápido (Figura 1) y en ellas emergió la primera flor, como promedio, diez días antes que en el grupo control (Figura 2), sin embargo, las diferencias que se habían encontrado en etapa de vivero en cuanto al mayor desarrollo de las posturas regadas con agua ozonizada respecto a las regadas con agua de río, desaparecen en esta etapa y no puede apreciarse ningún efecto positivo de la utilización del agua ozonizada en el riego de la etapa de vivero.



Figura 1. Plantas en etapa de campo provenientes de los viveros en estudio. Izquierda riego agua de río. Derecha riego agua residual.



Figura 2. Primeras flores en las plantas provenientes del vivero regado con agua residual doméstica.

La aplicación de agua residual doméstica tratada tiene un efecto sobre los rendimientos de los cultivos. Estos resultados coinciden con lo descrito por Madera (2003), quien señaló significativos incrementos en los rendimientos de cultivos como maíz, soya y vegetales después de ser regados con aguas provenientes de residuales domésticos. En el cultivo de la papaya el factor ahorro de tiempo resulta doblemente necesario, pues además de la evidente implicación económica, influye en los aspectos fitosanitarios. Este cultivo resulta muy afectado por enfermedades virales que acortan drásticamente su ciclo, por lo que cualquier adelanto en los procesos fisiológicos tendrá un efecto positivo en los rendimientos totales obtenidos por planta (Hernández-Castro, 2010). La disponibilidad de aguas residuales domésticas y de su incremento debido a la actividad humana nos constituye una fuente de contaminación a los acuíferos naturales por lo que su recuperación para riego agrícola resulta una alternativa económica y ecológica.

Análisis económico de los resultados experimentales

Las mediciones realizadas en los aspersores arrojaron tiempos de 9-12 segundos para llenar un recipiente de cinco litros, lo que significa gastos de agua entre 25 y 33 litros por minuto por aspersor ó 100–132 litros por minuto en el sistema de riego del vivero del INIVIT, si tenemos en cuenta que el tiempo que se emplea en el riego es aproximadamente media hora entonces el consumo de agua es entre 3 000 y 3 960 litros por cada vez (Tabla 2). Puede considerarse que al reusar agua residual doméstica dejamos de consumir la proveniente del río Sagua la Grande, lo que equivale a decir que se ahorra todo este volumen de agua que hoy se emplea en el riego del vivero.

Tabla 2. Consumos de agua en el vivero del INIVIT.

	Tiempo para 5L (s)	Gasto de agua (L.min ⁻¹)	Consumo de agua por sesión de riego (L)
1 Aspersor	9 - 12	25 - 33	750 – 990
Vivero INIVIT (4 aspersores)	-	100 -132	3 000 – 3 960

Al adelantar nueve días esta etapa, el salario destinado a los obreros de ésta área será pagado por otras actividades. En el INIVIT cada obrero devenga \$275.00 con un incremento del 40% por estímulo salarial (\$110.00) de lo que resulta un total de \$385.00, mensualmente. Estos nueve días de ahorro representan \$144,40 cada vez que se realice un ciclo de vivero. Estos resultados coinciden con Mahalaskshmi (2003) quien señaló que al aplicar sistemas de fertirrigación se reducen los costos de producción.

CONCLUSIONES

1. Las plantas que fueron regadas con agua residual doméstica tratada en la etapa de vivero adelantaron 10 días los períodos de floración y fructificación.
2. El agua residual recuperada resulta una alternativa para el riego de los viveros de papaya.
3. El empleo de esta alternativa contribuye a disminuir la carga contaminante que vertimos al Río Sagua.

BIBLIOGRAFÍA

- BAKKER, N.; M. DUBBELING; U. GUNDEL; S. KOSCHELLA y H. DE ZEEUW. 2000. Growing cities. Growing food, urban agriculture policy agenda. (eds) DSE, Alemania. 3 p.
- BAU, J. 1991. Investigación sobre la conservación del agua en Portugal. Laboratorio. Memorias del seminario sobre usos eficientes del agua, México. 736-743 pp
- BLUMENTHAL, U.J.; D.D. MARA; A. PEASEY; G. RUIZ-PALACIOS and R. STOTT. 2000. Guidelines for the microbiological quality of treated wastewater used in agriculture: recommendations for revising WHO guidelines. Bulletin of the World Health Organization 78(9): 1104-1116.
- HERNÁNDEZ, A.; M.O. ASCANIO; D.M. MORALES y R.A. CABRERA. 2011. Correlación de la nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba con las clasificaciones internacionales y nacionales: una herramienta útil para la investigación, docencia y producción agropecuaria. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 58 p.
- LERCH, G. 1977. La experimentación en las ciencias biológicas y agrícolas. La Habana. (eds) Editorial Científico Técnica, 302 p.
- MADERA, C.; J.P. SILVA y R. PEÑA. 2005. Sistemas combinados para el tratamiento de aguas residuales basados en tanques sépticos con filtro anaerobio y humedales subsuperficiales. *Revista Ingeniería y Competitividad*, 7(2): 5-10.

- MADERA, C.; P.V. STEEN y H. GIJZEN. 2003. Comparison of the agronomic quality of effluents from conventional and duckweed waste stabilisation ponds for reuse in irrigation. Seminario internacional sobre métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales domésticas y sus implicaciones ambientales y de salud pública, Cartagena (Colombia).
- MAHALASKSHMI, M.; N. KUMAR y K. SOORIANATHASUNDARAM. 2003. Efecto de la fertirrigación e irrigación sobre el rendimiento de las plantaciones del cv, Robusta sembrado a alta densidad. *Infomusa*, 12(1):42-44.
- MINAG 2011. Instructivo técnico del cultivo de Fruta bomba. La Habana, Cuba. 1-3 pp.
- NAITO S. 2009. Ozone Inactivation of Food spoilage acid-producing bacteria. *Proceeding of the 19th Ozone World Congress & Exhibition*. IOA. August Tokyo. Japan.
- RICE. R.G. 2007: IOA-PAG. User success report-commercial applications of ozone in Agri-Food. *Ozone News*, 35(2):17-21.
- RODRÍGUEZ, A.A. y P. SÁNCHEZ. 2009. Especies de frutales cultivadas en Cuba en la agricultura urbana y suburbana. 4^{ta} ed., INIFAT, La Habana, Cuba, 150 pp.
- VÉLIZ, E.; M. BATALLER; L. A. FERNÁNDEZ y I. FERNÁNDEZ. 2010. Chapter: Municipal wastewater treatment for reuse in agricultural irrigation. *Handbook of Environmental and Waste Management*. (eds) World Scientific Publishing Co. Singapore.