

## Manejo y conservación de suelos y aguas

## Artículo de investigación

**Efecto del riego y la fertilización sobre el rendimiento y la calidad de la fruta de lima ácida Tahití *Citrus latifolia* Tanaka (Rutaceae)****Effect of irrigation and fertilization on crop yield and fruit quality of the Tahiti lime *Citrus latifolia* Tanaka (Rutaceae)**Diana Dorado Guerra,<sup>1</sup> Luis Carlos Grajales,<sup>2</sup> Liliana Ríos Rojas<sup>3</sup><sup>1</sup> Ingeniera agrícola, MSc. Investigadora Corpoica CI Palmira. ddorado@corpoica.org.co<sup>2</sup> Ingeniero agrícola. Corpoica CI Palmira. lgrajales@corpoica.org.co<sup>3</sup> Ingeniera agrícola, candidata a PhD. Investigadora Corpoica CI Palmira. lriosr@corpoica.org.co

Fecha de recepción: 01/11/2013

Fecha de aceptación: 22/04/2014

Para citar este artículo: Dorado D, Grajales LC, Ríos L. 2015. Efecto del riego y la fertilización sobre el rendimiento y la calidad de la fruta de lima ácida Tahití *Citrus latifolia* Tanaka (Rutaceae). Corpoica Cienc Tecnol Agropecu. 16(1): 87-93

**Abstract**

In a seven years old citrus grove of Tahiti lime *Citrus latifolia* Tanaka (Rutaceae) located in El Espinal, Tolima, Colombia, which has a predominantly negative water balance throughout the year, we evaluated the effect of irrigation and fertilization on yield and fruit quality in 2009 and 2011. Trees were subjected to three levels of water based on the evapotranspiration reference (ET<sub>o</sub>): L1=100 %, L2=70 % and L3=50 %. We applied three nitrogen treatments: N1=nitrogen required by the nutritional balance, N2=twice the level of nitrogen used in N1, and N3=fertilizer application used by the common farmer. We evaluated the performance, fruit weight, polar and equatorial diameter of fruit, shell thickness, weight and percentage of juice, acidity, soluble solids and vitamin C. The experiment was conducted under a randomized complete block design in a split plot arrangement; the variance and means of the data were statistically analyzed with SAS. And optimal response is between irrigation and fruit quality interaction was obtained with irrigation L1 and fertilization N2. We obtained the highest values in the response variables when the highest amount of water was applied L1, regardless of fertilizer applications, indicating that a lower water supply not only affects the performance of the plant, but also the quality of the fruit, minimizing market opportunities.

**Key words:** *Citrus latifolia* Tanaka, irrigation, nutrition, crop yield, fruit quality

**Resumen**

En un cultivo de lima ácida Tahití *Citrus latifolia* Tanaka (Rutaceae) con siete años de edad ubicado en El Espinal, Tolima, Colombia, donde predomina un balance hídrico negativo durante todo el año, se evaluó el efecto del riego y la fertilización sobre el rendimiento y la calidad del fruto entre los años 2009 y 2011. Los árboles fueron sometidos a tres láminas de riego en función de la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>): L1=100 %, L2=70 % y L3=50 %. A su vez, se aplicaron tres tratamientos de fertilización nitrogenada, así: N1=nivel de nitrógeno requerido según el balance nutricional, N2=el doble del nivel de nitrógeno usado para N1 y N3=fertilización del productor. Se evaluaron el rendimiento, el peso del fruto, el diámetro ecuatorial y polar del fruto, el grosor de la cáscara, el peso y el porcentaje de jugo, la acidez, los sólidos solubles y el contenido de vitamina C. El diseño experimental fue de bloques completos al azar en arreglo de parcelas divididas, los datos se analizaron estadísticamente con el paquete SAS, realizando análisis de varianza y comparación de medias. Se presentó una respuesta óptima en riego y calidad del fruto con la interacción riego L1 y la fertilización N2. Se obtuvieron los valores más altos en las variables de respuesta con la lámina de mayor agua aplicada L1, indiferente de la fertilización aplicada, lo que indica que un menor suministro de agua no solo afecta el rendimiento sino también la calidad y minimiza las oportunidades de mercado.

**Palabras claves:** *Citrus latifolia* Tanaka, riego, nutrición, rendimiento, calidad del fruto

## Introducción

Investigaciones antecedentes indican que los cítricos son capaces de crecer y fructificar en condiciones ambientales muy diversas, desde climas subtropicales relativamente fríos hasta zonas tropicales cálidas. En Colombia, el cultivo se ha adaptado a altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 1.400 msnm y su potencial productivo es condicionado por las características edafoclimáticas de cada zona (Ordúz y Mateus 2012).

Las técnicas de manejo pueden ayudar a mejorar las condiciones naturales desfavorables para el cultivo. La baja productividad y calidad de la lima ácida Tahiti está relacionada con el manejo inadecuado de los requerimientos hídricos y nutricionales de la planta, lo que afecta negativamente los ingresos de los productores. El riego y la nutrición son fundamentales para un buen desarrollo de los huertos; pues este permite que las plantas mantengan un flujo constante de agua y nutrientes del suelo hacia las hojas, y así favorecer la fotosíntesis y la transpiración, con lo cual se obtienen árboles más vigorosos con mayores y mejores frutos, mayor cobertura de hojas y se incrementa la productividad (Coelho et al. 2004). Alves (2006) reporta para Piracicaba, Brasil, que el mejor desempeño de huertos se alcanza con el nivel del 100 % ETo.

Los resultados de estudios sobre fertilización en lima ácida Tahiti han demostrado que el aumento de las aplicaciones de nitrógeno incrementa la producción de frutos, contenido de aceite en la cáscara y que, además, retarda la maduración de los frutos (Koo et al. 1974; Rodríguez 2002). Quaggio et al. (2002) determinaron las relaciones cuantitativas de la producción del limón y de la calidad de fruta con la fertilización de NPK y encontraron que las proporciones para la máxima producción en las condiciones de campo fueron 15-18, 1,8-2,2 y 15-20 g/kg, respectivamente. Las características de la calidad de fruta fueron afectadas por tasas de nutrientes solamente después del segundo año del uso del fertilizante. Alva et al. (2006) estudiaron la interacción entre nitrógeno y las prácticas de riego en cítricos en suelos arenosos y reportaron que la mejor dosis de nitrógeno está en un rango de 112 a 280 kg/ha año aplicados por fertirriego.

Según los reportes del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) (2005) y Reyes y Toro (2004), en Colombia existe una brecha tecnológica entre los rendimientos nacionales y el potencial de producción de

lima ácida Tahiti entre 11,8 y 21,8 t/ha. Su rendimiento por hectárea en 2005 fue de 18,2 t/ha, promedio que se encuentra por debajo de los rendimientos de plantaciones tecnificadas (30,0 t/ha). La producción de 2005 de limas ácidas en el país fue de 131.950 toneladas y los principales productores están en la zona de Tolima con el 71 % de participación en la producción nacional y un rendimiento promedio de 17,9 t/ha, seguido de Atlántico con el 13 % y un rendimiento de 17,9 t/ha y, el tercer lugar, lo ocupa Santander con el 10 % y un rendimiento promedio de 14,7 t/ha. Los rendimientos promedio de limas ácidas a nivel mundial según FAO están liderados por Estados Unidos con 33,3 t/ha, Bahamas 31,1 t/ha, Turquía 30,5 t/ha y Argentina 28,9 t/ha.

Colombia, en el año 2006, exportó 2.571 toneladas de lima ácida Tahiti que representó un ingreso de US\$1.947.054 y sus principales compradores fueron Estados Unidos 67,63 %, Martinica 9,84 %, Guadalupe 9,43 %, Puerto Rico 5,90 % y Holanda 5,21 %. El mejor precio se pagó en las Antillas Holandesas a 3.459 US\$/t, en Estados Unidos en promedio se pagó a 765,64 US\$/t. Las exportaciones en el periodo 2001-2005 mostraron a la lima ácida Tahiti como un producto líder con una participación del 36,6 % sobre el valor total de las exportaciones de la cadena.

Con el propósito de evaluar el efecto del riego y la fertilización en el rendimiento y calidad de fruto del cultivo de lima ácida Tahiti se aplicaron nueve tratamientos a árboles de siete años de edad con una producción estable en El Espinal, Tolima. La investigación realizada permitió generar recomendaciones de manejo en riego y fertilización en el cultivo como herramienta para que los productores mejoren sus rendimientos y disminuir la brecha tecnológica.

## Materiales y métodos

El proyecto se desarrolló en el municipio de El Espinal, Tolima, ubicado a 335 msnm; los parámetros climáticos predominantes son: precipitación media anual 1.400 mm/año, evaporación 1.990 mm/año, humedad relativa 72 %, brillo solar promedio 6 horas/día y temperatura media 28 °C; con suelos arenosos, sobre extensos valles compactados y salinizados a causa de la intensa actividad agrícola con el cultivo de arroz.

Se establecieron tres tratamientos de riego definidos a partir de la evapotranspiración de referencia (ETo) del sitio evaluado, así: L1: 100 %, L2: 70 % y L3: 50 %.

El riego tuvo una aplicación diaria, con lo que se sustituyó exactamente el consumo generado por la ETo. Con el fin de establecer la lámina de riego a aplicar se tuvo en cuenta las ganancias y pérdidas de humedad realizando un balance hídrico con la metodología utilizada por Doorenbos y Pruitt (1977). Para medir la ETo diaria se utilizó el método del tanque clase A, el cual, dependiendo de la ubicación y las condiciones climáticas, le corresponde un coeficiente (Kt), que está en función del sitio donde se mide. Las láminas se aplicaron con un sistema de riego por goteo con cuatro emisores (goteros tipo botón) de 8 L/h por árbol y como fuente hídrica se utilizó un reservorio.

El programa de nutrición para cada sitio se basó en un análisis químico de suelos, a partir del cual se ajustó la necesidad en nitrógeno, tomada como un valor teórico (Corrales 2002) así: N1, nivel de nitrógeno según el análisis químico de suelo/requerimientos de la planta; N2, doble de N1; y N3, nivel de nitrógeno utilizado por el productor. La fertilización se realizó en drench con una frecuencia quincenal, preparando la fórmula para el número de árboles en función del tratamiento y con un recipiente calibrado al volumen correspondiente a cada árbol.

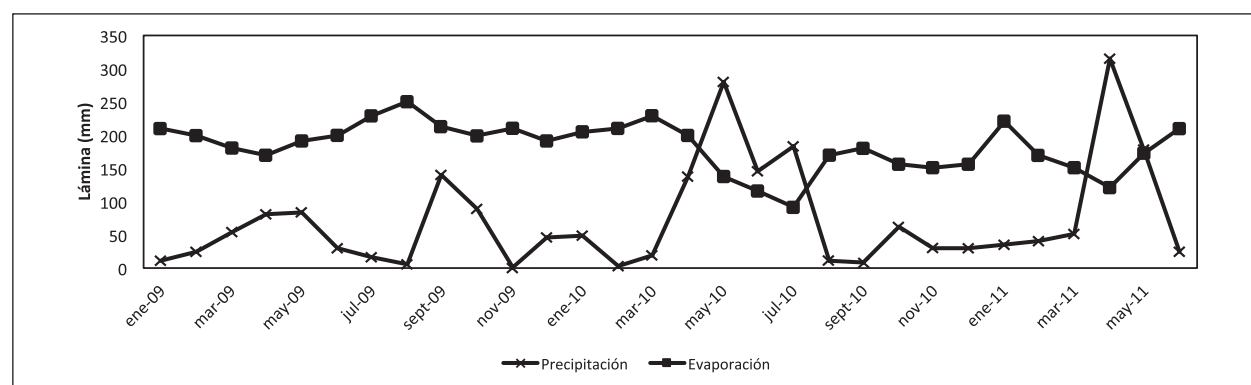
Se evaluó el rendimiento del cultivo (t/ha) y la calidad del fruto durante los años 2009 y 2011. El peso del fruto se estableció con una balanza electrónica; para determinar el porcentaje de jugo, se hizo una extracción manual con la ayuda de un exprimidor para cítricos en un recipiente, después se pesó en una balanza electrónica y, por último, se relacionó su peso con el total del fruto; el diámetro del fruto se midió con un calibrador electrónico, los grados brix se midieron con un refractómetro; y el contenido de vitamina C se determinó por el método de titulación con indicador coloreado.

Se definió la calidad de la fruta con características de exportación, basado en la Norma Técnica Colombiana NTC 4087 para la lima ácida Tahiti (Colombia 1997). Las variables climáticas para la realización de balance hídrico y estimación de ETo se tomaron de un tanque evaporímetro clase A y una miniestación meteorológica con sensores de precipitación, temperatura y humedad relativa.

El diseño experimental correspondió a bloques completos al azar, en arreglo de parcelas divididas, donde la parcela principal correspondió a las láminas de riego y las subparcelas a los niveles de fertilización; la unidad experimental correspondió a cuatro plantas de lima ácida Tahiti con tres repeticiones y en total se evaluaron nueve tratamientos. Se realizó un análisis de comparación de medias y se utilizó la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%. Se realizó un análisis de costos empleando la metodología de Lopera y Lopera (1986) y se encontraron los costos variables y los beneficios netos por tratamiento.

## Resultados y discusión

Al ser El Espinal una región donde existe un déficit hídrico natural, obliga a los productores a aplicar grandes cantidades de agua mediante el riego con frecuencias muy altas para el desarrollo exitoso de explotaciones agrícolas, aún más dada la tradición arrocera de la zona. El comportamiento de la precipitación y evaporación durante la duración del proyecto se muestra en la figura 1. En el año 2009, se presentó un balance hídrico negativo, mientras que en los años 2010 y 2011 hubo periodos cortos donde la precipitación superó la evaporación.



**Figura 1.** Balance hídrico-climático años 2009 a 2011, Espinal, Tolima

Fuente: Elaboración propia

Al evaluar la interacción riego y fertilización se observó que al inicio de las evaluaciones no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, después de 18 meses de aplicación de estos se evidenció sus diferencias (tabla 1). Con la interacción lámina L1 y nivel de nitrógeno N2, se obtuvo el mayor rendimiento con 33,12 t/ha, de esta manera se mejoró el rendimiento en 42,3 %, produciendo aproximadamente 13,45 toneladas más que las plantas sometidas a la interacción lámina L3 y fertilización N1 que obtuvo el rendimiento más bajo (19,68 t/ha), pero, a su vez, mejoró en un 17 % el rendimiento, lo cual puede significar un alto valor de beneficio económico para el productor.

Se observa que, independientemente del nivel de fertilización, la lámina de riego L1 superó los tratamientos con lámina L3, lo que mostró diferencias significativas

(tabla 1). Con este resultado, se infiere que para una condición climática como la de El Espinal, el cultivo requiere una cantidad de agua superior al 50 % ETo (L3) y tiene su mejor respuesta productiva cuando se aplica un riego con una lámina del 100 % ETo (L1).

Los resultados obtenidos en la fase investigativa, implican mejoras en el rendimiento y la calidad del fruto, en tanto que los rendimientos y la calidad obtenidos superan los valores de los índices de línea base. De acuerdo con el MADR (2005), los rendimientos promedios en el país para productores no tecnificados eran de 18,2 t/ha y 30,0 t/ha para tecnificados. Orduz y Mateus (2012) indican que los rendimientos para cultivos con manejo tradicional en Colombia se encuentran alrededor de 10,0 t/ha, en huertos no tecnificados y menores para huertos con cultivos asociados (con café por ejemplo).

**Tabla 1.** Efecto del riego y la fertilización sobre el rendimiento de la lima ácida Tahiti

| Lámina riego   | Fertilización      | Rendimiento (t/ha) |             |
|----------------|--------------------|--------------------|-------------|
|                |                    | Inicio             | Final       |
| 100 % ETo (L1) | Químico (N1)       | 25,11 ef           | 31,30 ab1   |
|                | Doble químico (N2) | 22,50 def          | 33,12 a     |
|                | Productor (N3)     | 22,37 abcdef       | 29,30 abc   |
| 70 % ETo (L2)  | Químico (N1)       | 17,87 abcde        | 22,78 bcdef |
|                | Doble químico (N2) | 20,53 cdef         | 27,83 abcd  |
|                | Productor (N3)     | 24,86 cdef         | 22,00 cdef  |
| 50 % ETo (L3)  | Químico (N1)       | 16,75 ef           | 19,68 def   |
|                | Doble químico (N2) | 16,22 e            | 22,59 bcdef |
|                | Productor (N3)     | 16,67 ef           | 20,28 def   |

<sup>1</sup> Números con la misma letra no difieren estadísticamente.  
Fuente: Elaboración propia

La interacción riego y fertilización afectó significativamente la calidad de la fruta en el peso, porcentaje de jugo y contenido de vitamina C. El peso total del fruto osciló entre 95,9 a 82,3 gramos (tabla 2), correspondiendo a las interacciones L1xN1 y L2xN1, respectivamente. Con la lámina L1 se obtuvieron los mayores valores de peso del fruto indiferente de la fertilización aplicada; este

comportamiento posiblemente se debe al régimen de hídrico de la zona, lo que afecta negativamente el peso del fruto, este resultado es similar al encontrado por Agustí et al. (1995), quienes reportan que los periodos de sequía, aunque sean cortos, tienden a reducir el tamaño del fruto, si no se aplica la cantidad de agua requerida por el cultivo.

**Tabla 2.** Efecto del riego y la fertilización sobre el rendimiento de la lima ácida Tahiti

| Lámina<br>riego   | Fertilización      | Diámetro<br>ecuatorial<br>(cm) | Diámetro<br>longitudinal<br>(cm) | Peso del<br>fruto (g) | % de<br>jugo | °Brix  | Vitamina C<br>(mg/100 ml) |
|-------------------|--------------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------|--------------|--------|---------------------------|
| 100 %<br>ETo (L1) | Químico (N1)       | 5,35 a                         | 5,68 a                           | 95,90 a               | 42,76 b      | 8,57 a | 39,26 ab1                 |
|                   | Doble químico (N2) | 5,18 a                         | 5,67 a                           | 84,56 ab              | 45,27 a      | 7,99 a | 42,48 a                   |
|                   | Productor (N3)     | 5,48 a                         | 5,94 a                           | 84,40 ab              | 43,96 b      | 8,45 a | 38,84 ab                  |
| 70 %<br>ETo (L2)  | Químico (N1)       | 5,29 a                         | 5,63 a                           | 82,31 b               | 44,23 ab     | 8,67 a | 38,54 ab                  |
|                   | Doble químico (N2) | 5,26 a                         | 5,58 a                           | 83,39 ab              | 42,49 b      | 8,50 a | 40,13 ab                  |
|                   | Productor (N3)     | 5,29 a                         | 5,69 a                           | 86,03 ab              | 40,46 b      | 8,65 a | 40,86 ab                  |
| 50 %<br>ETo (L3)  | Químico (N1)       | 5,19 a                         | 5,62 a                           | 80,40 ab              | 42,45 b      | 8,37 a | 40,12 ab                  |
|                   | Doble químico (N2) | 5,25 a                         | 5,71 a                           | 82,46 ab              | 41,89 b      | 7,91 a | 40,42 ab                  |
|                   | Productor (N3)     | 5,31 a                         | 5,69 a                           | 83,32 ab              | 43,26 b      | 8,66 a | 37,40 b                   |

<sup>1</sup> Números con la misma letra no difieren estadísticamente.  
Fuente: Elaboración propia

La interacción L1xN3 tuvo el mayor valor para diámetro ecuatorial (5,48 cm), en comparación con L3xN1 que tuvo un valor de 5,19 cm. Los frutos de esta cosecha se clasifican como calibre C de acuerdo a la NTC 4087 (Colombia 1997) y pueden ser destinados a consumo en fresco o industria. Para la variable diámetro longitudinal, se tiene el mismo efecto del riego y la fertilización, lo que indica que se tendrán frutos de mayor tamaño en la medida que se suministre un adecuado riego al cultivo al utilizar una lámina que reponga el 100% de la evapotranspiración de referencia (tabla 2).

Los valores más altos en porcentaje de jugo se obtuvieron con la interacción L1xN2 (tabla 2). El porcentaje de jugo de los frutos cosechados, estuvo entre 41,89% y 45,27%, correspondientes a las interacciones L3xN2 y L1xN2. Al disminuir la lámina de riego a reponer solo el 50% de la evapotranspiración de referencia, se disminuye en 8% el contenido de jugo.

La cantidad de sólidos solubles en el zumo medida como °Brix se encontró entre 7,91 y 8,67 sin presentar diferencias significativas y está por encima de 7 exigida en la industria. En cuanto a las variables químicas, una de las más importantes es el contenido de vitamina C,

obteniendo con la interacción L1xN2 el mejor valor, con un contenido por encima de 25 mg/100 ml zumo VC, valor mínimo para que el fruto sea aceptado en la industria medicinal. Se evidenció que los mayores contenidos de vitamina C se obtuvieron con las láminas de mayor agua aplicada 100% (L1) y 70% (L2) de la evapotranspiración de referencia.

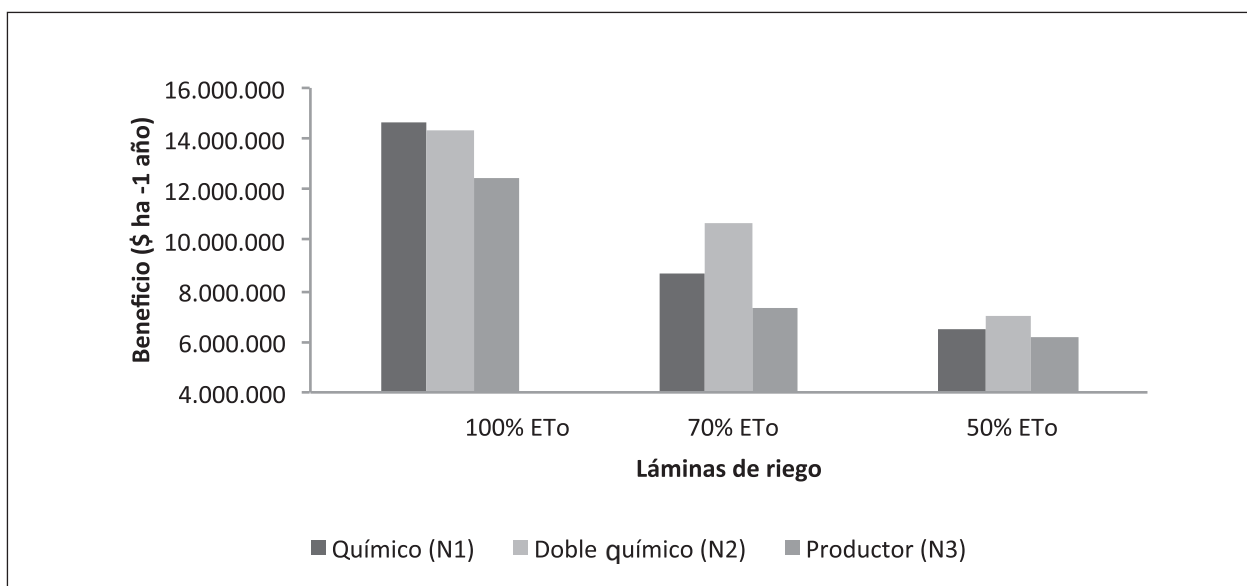
Se observó un patrón de comportamiento del efecto de los diferentes regímenes de riego y niveles de fertilización sobre las variables físico-químicas del fruto. Las láminas de mayor agua aplicada L1 y L2 combinadas con el nivel de fertilización nitrogenada N1 presentaron los mejores valores para la mayoría de las variables evaluadas.

La aplicación controlada del riego, teniendo en cuenta el balance hídrico y en reponer al cultivo lo que consume definiendo un Kc que provea herramientas a los productores para hacer una buena gestión del agua, se estableció para El Espinal en un Kc=1,0, el cual disminuye el consumo actual por hectárea (medido para el productor) de 66,48 L día<sup>-1</sup> a 38,69 L día<sup>-1</sup>, con un ahorro en el consumo del recurso del 41,7%. Con este nivel de reposición, es posible conseguir un adecuado rendimiento y calidad de

la fruta de la lima ácida Tahiti, y se disminuye el impacto ambiental al minimizar la sobreexplotación del recurso hídrico. Este resultado es similar al encontrado por Corpoica (2000) en El Espinal (Colombia), en un huerto comercial de limas ácidas de dos años, que reporta un Kc entre 0,85 y 0,9.

Se encontró, para cada tratamiento, el beneficio neto económico (figura 2), donde se puede observar que las interacciones L1xN1 y L1xN2, y se presentaron los valores más altos de beneficio neto en comparación

con el tratamiento L3xN3. Se verifica que un productor que invierta en la tecnificación de su cultivo, aplicando un régimen hídrico y un plan de fertilización adecuado, puede conseguir el mejor beneficio neto en tanto que mejora su rendimiento. Además, se debe valorar que la inversión en la tecnificación es al inicio del emprendimiento agrícola y que el mejorar la productividad del cultivo hace que la inversión se amortice en menor tiempo, mucho más con los resultados obtenidos, donde un productor puede mejorar en un 54 % su rentabilidad al realizar un manejo sostenible del riego y la nutrición.



**Figura 2.** Presupuesto parcial de la interacción riego y fertilización en el cultivo de lima ácida Tahiti  
Fuente: Elaboración propia

## Conclusiones

De todas las interacciones de láminas de riego y niveles de fertilización, los mayores rendimientos se obtuvieron con las interacciones lámina 100 % ETo, más fertilización con el doble de nitrógeno (33,1 t/ha) y lámina 100 % ETo, más fertilización química (31,3 t/ha). La calidad de la fruta disminuyó cuando solo se repuso el 50 % de la evapotranspiración de referencia, lo que indica que un menor suministro de agua no solo afecta el rendimiento sino también la calidad y minimiza las oportunidades de mercado.

Con los resultados obtenidos se recomienda para futuras investigaciones y para huertos tecnificados de lima ácida Tahiti, el empleo del factor Kc=1,0 para condiciones como las de El Espinal, Tolima.

En cuanto al nivel o tipo de fertilización, desde el punto de vista técnico y económico, es conveniente utilizar la fertilización química con base al balance nutricional de acuerdo al análisis de suelo y los requerimientos del cultivo.

## Agradecimientos

Los autores agradecen en nombre de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) por la financiación del proyecto Opciones de Manejo del Agua y la Nutrición para una Producción Sostenible de Lima Ácida Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka) en Colombia; al doctor Takumasa Kondo por la traducción del resumen al inglés y la revisión del texto.

## Referencias

- Agustí M, Almela V, Aznar J, Veres V. 1995. Desarrollo y tamaño final de fruto en los agrios. Serie Divulgación Técnica 32. Valencia: Generalitat Valenciana.
- Alva A, Paramasivam S, Graham W, Wheaton T. 2006. Nitrogen best management practice for citrus trees: Fruit yield, quality, and leaf nutritional. *Sci Hort*. 107(3):233-244.
- Alves J. 2006. Necessidade hídrica e resposta da cultura de lima ácida 'Tahiti' a diferentes níveis de irrigação [tesis doctoral]. [Sao Pablo]: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
- Coelho F, Coelho M, Magalhães A. 2004. Irrigação e fertirrigação em Citros. Circular técnica 72. Cruz das Almas: Embrapa.
- Colombia, Icontec, MADR, Cenicafé. 1997. Norma Técnica Colombiana 4087. Frutas frescas. Lima Tahití. Especificaciones. Bogotá: NTC, 26 de febrero de 1997.
- Corpoica CI Nataima. 2000. Plan nacional de frutales. IX Jornada Tecnológica de Investigación y Transferencia en Frutales de Clima Cálido y Medio. El Espinal: Corpoica.
- Corrales A. 2002. Manual ilustrado para la producción de cítricos en Colombia. Bogotá: MADR, Asocítricos, FNFH.
- Doorenbos J, Pruitt W. 1977. Crop water requirements. FAO Irrigation Drainage Paper No.24. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; [consultado 2013 jun]. <http://www.fao.org/docrep/018/s8376e/s8376e.pdf>.
- Koo RJC, Young TW, Reese RL, Kesterson JW. 1974. Effect of nitrogen, potassium and irrigation on yield and quality of lemon. *J Am Soc Hort Sci*. 99(4):289-291.
- Lopera J, Lopera H. 1986. Manual de análisis socioeconómico de resultados de ajuste de tecnología. Medellín: ICA.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2005. La cadena de cítricos en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Documento de trabajo N.º 107. Bogotá: MADR.
- Orduz, J, Mateus D. 2012. Generalidades de los cítricos y recomendaciones agronómicas para su cultivo en Colombia. En: Garcés LF. Cítricos. Cultivo, poscosecha e industrialización; [consultado 2013 jun]. <http://hdl.handle.net/10567/561>.
- Quaggio J, Mattos D, Cantarella J, Almeida E, Cardoso S. 2002. Lemon yield and fruit quality affected by NPK fertilization. *Sci Hort*. 96(1-4):151-162.
- Reyes R, Toro J. 2004. Plan Frutícola Nacional (PFN). Situación de los frutales en Colombia 2004-2020. Bogotá: Corpoica.
- Rodríguez C. 2002. Guía técnica. Cultivo de limón pérsico. El Salvador: Agromovil [consultado 2013 mayo]. <http://www.agromovil.org/index.php/documentos/guias-tecnicas/frutales/51--43/file>.