



**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO, REQUERIMIENTOS  
HÍDRICOS Y NUTRICIONALES DE LA LIMA ÁCIDA  
TAHITÍ (*Citrus latifolia* Tanaka) EN FASE PRODUCTIVA**





Libertad y Orden  
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural  
República de Colombia



Prosperidad  
para todos



**Asohofrutal**  
ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE  
HORTALIZAS Y FRUTAS DE LEBRISA

# COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO, REQUERIMIENTOS HÍDRICOS Y NUTRICIONALES DE LA LIMA ÁCIDA TAHITÍ (*Citrus latifolia* Tanaka) EN FASE PRODUCTIVA



Liliana Ríos Rojas, Alexander Rebolledo R.,  
Diana Y. Dorado, Jairo López G.

2012

Ríos Rojas, Liliana; Rebolledo R., Alexander; Dorado, Diana Y.; López G., Jairo / Comportamiento productivo, requerimientos hídricos y nutricionales de la lima ácida Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka) en fase productiva. Palmira (Valle del Cauca): CORPOICA, 2012. 22 p.

Palabras clave: **LIMA, CULTIVO, NUTRICIÓN DE LAS PLANTAS, AGUA DE RIEGO, FERTIRRIGACIÓN, RENDIMIENTO, ESPINAL-TOLIMA-COLOMBIA LEBRIJA-SANTANDER- COLOMBIA, SANTO TOMAS-ATLÁNTICO-COLOMBIA**



Línea de atención al cliente: 018000121515  
atencionalcliente@corpoica.org.co  
www.corpoica.org.co

ISBN: 978-958-740-117-2  
CA: 7449  
CUI: 1397  
Primera edición: Octubre 2012  
Tiraje: 3200 ejemplares

Diseño: Jorge Guzmán

Impreso en Colombia  
Printed in Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria  
–Corpoica– C.I. Palmira. Calle 23, carrera 37, barrio  
Olímpico; junto a la Penitenciaría Nacional, Palmira.  
Tel. 2758161. www.corpoica.org.co. Correo electrónico:  
direccionpalmira@corpoica.org.co

## Agradecimientos

---

La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria agradece al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural el apoyo financiero para el desarrollo del proyecto de investigación “Opciones de Manejo del Agua y la Nutrición para una Producción Sostenible de Lima Ácida Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka) en Colombia”, fuente de información para el presente boletín técnico.

Agradece además a las asociaciones de productores Asohofrutal y Corpijaos, que con su apoyo y aporte hicieron posible el acceso a los huertos de lima ácida Tahití en tres zonas productoras en el país.

Los autores agradecen a los pasantes que hicieron un seguimiento dedicado a los experimentos, a los investigadores que apoyaron algunas actividades, a los propietarios de los huertos, a los auxiliares de investigación, personal de campo, profesionales analistas de laboratorios y administrativos, los cuales hicieron posible la adecuada terminación de los experimentos y del proyecto mismo.

A Rafael Paredes, quien con su gestión de apoyo como interventor del MADR facilitó el proceso logístico y de seguimiento a actividades.



# Contenido

<b>Introducción</b>	5
<b>Zonas de estudio</b>	6
<b>Comportamiento productivo</b>	7
<b>Materiales y métodos</b>	10
Descripción de tratamientos	10
Definición de variables respuesta	11
Monitoreo de relaciones hídricas de la planta	11
Diseño del sistema de riego	12
Nutrición	12
Análisis de calidad de frutos	13
<b>Resultados y discusión</b>	14
Movimiento de agua en la planta	14
Rendimiento	15
Calidad	17
<b>Conclusiones</b>	20
<b>Referencias</b>	22



## Introducción

Una cualidad importante de algunas especies frutales es que, a pesar de producir un alto número de flores, los árboles ajustan el número de ellas que finalmente cuajan y el número de frutos que llegan a cosecha. Este ajuste depende del potencial genético de la especie, en respuesta a factores ambientales propios de cada región y de algunas características claves como el nivel de floración, tipos de inflorescencias, disponibilidad de nutrientes y capacidad para ser transportados a los frutos en crecimiento. En cítricos se pueden llegar a producir hasta 100.000 flores en algunas variedades con solo un cuajado del 2%, alcanzando en ocasiones hasta 0,1% (Goldschmidt y Golomb, 1982).

Estudios previos en lima ácida Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka) en latitudes fuera de Colombia (Koo et al., 1974; Magalhaes et al., 1984; Alves, 2006), reportan que la lima ácida Tahití responde positivamente a la aplicación de fertilización nitrogenada, incrementando la producción de frutos, contenido de aceite en la cáscara y retardando además su maduración. La aplicación de riego permite que las plantas mantengan un flujo constante de agua y nutrientes del suelo hacia las hojas, favoreciendo la fotosíntesis y la transpiración, con lo cual se obtienen árboles más vigorosos con mayores y mejores frutos, mayor cobertura de hojas y por consiguiente se incrementa la productividad.

Con esta investigación se determinó el comportamiento productivo de la lima ácida Tahití en tres zonas productoras de Colombia: Lebrija (Santander), El Espinal (Tolima) y Santo Tomás (Atlántico), y se confirma que con un adecuado balance entre la nutrición y el suministro hídrico al cultivo, es posible incrementar el rendimiento y mejorar la calidad del fruto, con un consecuente ahorro de agua y energía al disminuir el tiempo de bombeo.

## Zonas de estudio

El proyecto se desarrolló en las localidades de El Espinal (Tolima), Lebrija (Santander) y Santo Tomás (Atlántico). Para la localidad de El Espinal (Tolima) se registra una precipitación promedio anual de 1400 mm y una evaporación anual de 1990 mm, con un déficit hídrico durante todo el año. La temperatura media (T) registrada es de 28 °C; el brillo solar (BS) 6 h/día y la humedad relativa (HR) de 72%. En Lebrija, los parámetros climáticos predominantes son: precipitación media anual de 1350 mm/año, evaporación de 990 mm/año, humedad relativa de 85,2%, brillo solar promedio 5,4 horas/día y temperatura media de 21,4 °C.

El municipio de Santo Tomás pertenece a la zona litoral, donde predominan las tierras bajas, desérticas y las sabanas. Prevalecen los suelos de textura arenosa (A), con geformas colinadas de baja envergadura y vegetación de zonas secas como rastrojo bajo y cactáceas. Se presenta un régimen anual de lluvias monomodal con una época de extrema sequía que se extiende hasta el mes de agosto, a partir del cual se incrementa hasta alcanzar un máximo de 180 mm en el mes de octubre, para descender de nuevo hacia el mes de diciembre.

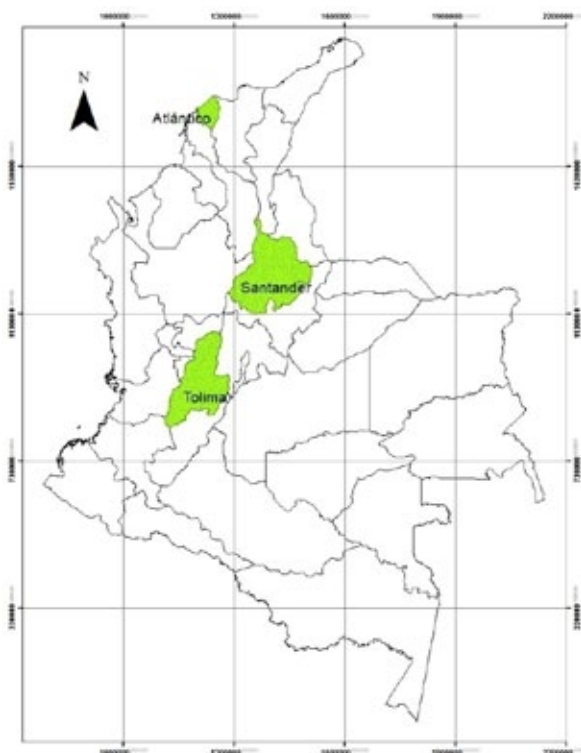
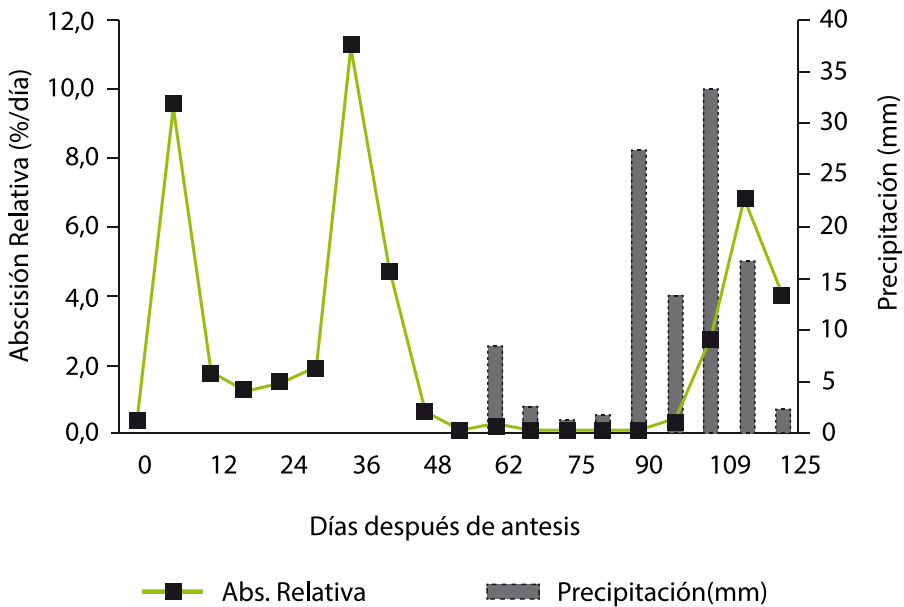


Figura 1. Localización de las zonas de estudio

## Comportamiento productivo

Bajo condiciones del El Espinal, Tolima, se observa que antes del inicio de la floración se presenta un pico máximo de precipitación de 39 mm después de presentarse un período seco de 18 días con aproximadamente 5 mm/día (Figura 2). Estudios previos indican que la inducción floral está determinada por la precipitación (Chaikiattiyos *et al.*, 1994; Nebauer y Ávila, 2006), y se han centrado fundamentalmente en limón (Nir *et al.*, 1972) y lima (Southwick y Davenport, 1986), indicando que dos semanas de limitación en el suministro de agua, que provocan un estrés hídrico moderado (-2,1 MPa de potencial de presión en el xilema de la hoja medido al mediodía), son suficientes para inducir la formación de brotes reproductivos (Southwick y Davenport, 1986).



**Figura 2.** Relación de la abscisión absoluta en función de la precipitación en la localidad de El Espinal, Tolima

En la lima ácida Tahití se verifica la existencia de los cinco tipos de brotes característicos de los cítricos: los brotes vegetativos, brotes multiflorales con hojas, multiflorales sin hojas, uniflorales con hojas y uniflorales sin hojas. La proporción en la que se presenta cada tipo de brote reproductivo depende de factores endógenos como la variedad y el nivel de brotación, y de factores ambientales (Becerra y Guardiola, 1984). Para la lima ácida Tahití, la mayor participación la tienen las inflorescencias multiflorales (M) y multiflorales con hojas (MCH). Las inflorescencias uniflorales con hojas (UH) se presentan en menor proporción (Fi-

gura 3a). A pesar de presentar una mayor proporción de inflorescencias multiflorales, las que representan un mayor aporte a la cosecha son las campaneras o uniflorales con hojas (Figura 3b).

Uno de los principales problemas que afecta la producción de cítricos es la abundante caída de flores y frutos en crecimiento, aspecto que está relacionado con factores fisiológicos del cultivo y condiciones climáticas. Dentro de los factores fisiológicos está la regulación de las condiciones internas de la planta, como por ejemplo la disponibilidad de carbohidratos, influenciada por factores ambientales que pueden determinar una fuerte caída de flores y frutos durante su crecimiento y desarrollo inicial (Zucconi *et al.*, 1978). La abscisión de flores y frutos en la etapa temprana de crecimiento constituye un mecanismo que permite ajustar los niveles de distribución y consumo de metabolitos en función al potencial y capacidad del árbol (Iglesias *et al.*, 2006). Para las zonas de estudio se encontró un porcentaje de cuajado de 0,7% para la localidad de Lebrija y de 1,4% para El Espinal.

Bajo condiciones del Tolima, en términos relativos se presentan tres máximos de caída, en estrecha relación con la abscisión acumulada. El primer pico de caída se presenta a 6 días después de antesis (dda), relacionado con la caída de flores y frutos recién cuajados; y los dos restantes a los 34 y 49 dda, relacionados con frutos en crecimiento (Figura 5a). Para las condiciones de El Espinal, se registra un déficit hídrico durante todo el año, ya que se presenta una precipitación promedio anual de 1400 mm y una evapo-



Figura 3a. Porcentaje de inflorescencias por árbol

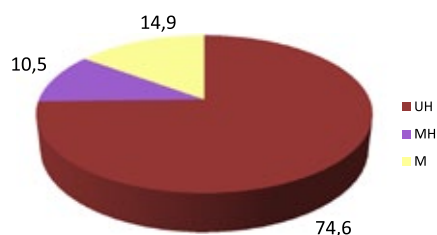


Figura 3b. Aporte a la cosecha por inflorescencia



Figura 4. Seguimiento a la abscisión de flores y frutos en árboles de lima ácida Tahiti

ración anual de 1990 mm (Figura 5b). En otros estudios se encontró que, dos semanas de limitación en el suministro de agua, que provocan un estrés hídrico moderado (-2,1 MPa de potencial de presión en el xilema de la hoja medido al mediodía), son suficientes para inducir la formación de brotes reproductivos en lima ácida Tahití (Southwick y Davenport, 1986).

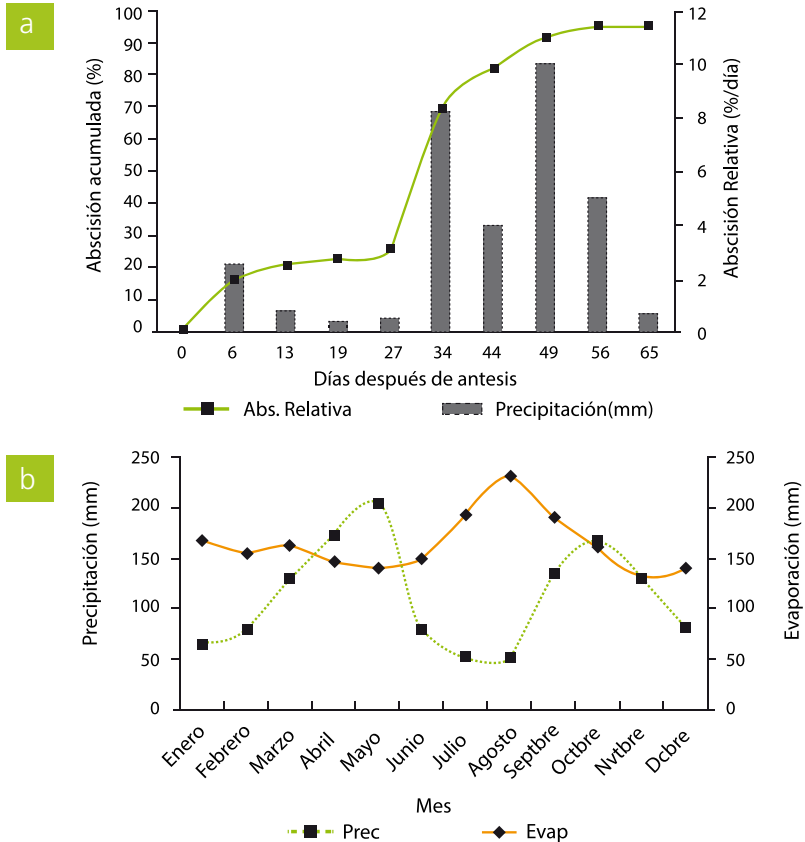


Figura 5. (a) Relación entre abscisión relativa y precipitación y (b) balance hídrico en El Espinal, Tolima

Existen diferencias en la duración del tiempo de desarrollo del fruto, desde floración a cosecha, entre las localidades de Lebrija y El Espinal. En Lebrija alcanzan 4,6 cm en 86 días y en El Espinal alcanzan 4,5 cm en 72 días. Se verifica el comportamiento típico sigmoide descrito para otras variedades de cítricos, con una primera fase de crecimiento lento o exponencial, una segunda fase de crecimiento acelerado o lineal y una tercera fase de estabilización o maduración (Figura 6). Las diferencias en la velocidad de crecimiento del fruto posiblemente se deban a las variaciones en algunos parámetros ambientales entre localidades, tales como temperatura media y humedad relativa. La temperatura puede ser un determinante de la actividad metabólica de las plantas. En El Espinal se presenta una temperatura media anual 30 °C, mientras que en Lebrija de 21 °C.

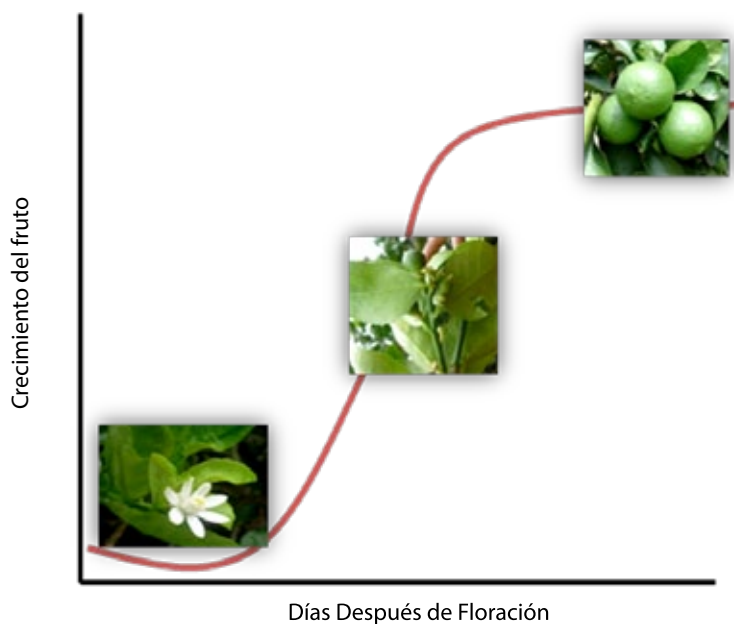


Figura 6. Curva de crecimiento del fruto de tipo sigmoide

## Materiales y métodos

### • Descripción de tratamientos

En general el proyecto buscaba mejorar los rendimientos y la calidad de la lima ácida Tahití, evaluando el efecto de la interacción de tres láminas de riego y tres tratamientos de fertilización nitrogenada.

#### Riego:

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

#### Nutrición:

El programa de nutrición para cada sitio fue basado en un análisis químico de suelos, a partir del cual se ajustó la necesidad en nitrógeno así: N1 = según el análisis químico de suelo/requerimientos de la planta, N2 = doble de la fertilización recomendada en N1, y N3 = fertilización utilizada por el productor. La frecuencia de aplicación del riego fue diaria, y su período o tiempo de riego calculado con la  $ETo/día$ . La fertilización se aplicó con una frecuencia quincenal, involucrando la fórmula completa, ajustada a esta periodicidad.

## • Definición de variables respuesta

La **evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>)**, se refiere a la capacidad evaporativa del medio circundante a la planta, sin restricciones hídricas. La FAO ha desarrollado métodos de medición (FAO-Penman Monteith y tanque clase A). El método del tanque clase A mide la evaporación diaria (Ev, mm), que debe ser afectada por un factor (Kt); así la ET<sub>o</sub> (mm/día) se calcula como:  $ET_o = Ev * Kt$  (Kt está en función del sitio donde se mide y ha sido definido por el Ideam para todas las regiones del país).

La **lámina de riego** es la cantidad de agua que debe ser aplicada al cultivo para suplir su necesidad hídrica diaria. Se expresa en mm y es el resultado de operar lo obtenido con ET<sub>o</sub> (mm) y el tratamiento definido: L1 = 100%ET<sub>o</sub>, L2 = 70%ET<sub>o</sub> y L3 = 50%ET<sub>o</sub>.

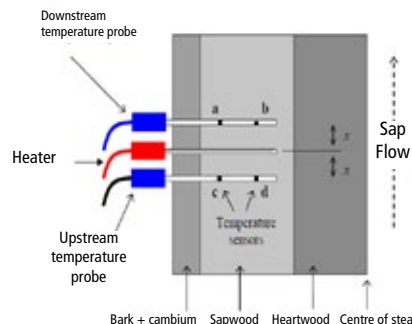
El **rendimiento** es la cantidad de fruta que se obtiene por unidad de área (t\*ha<sup>-1</sup>), que el cultivo produce una vez asimila la aplicación de tratamientos de riego y nutrición.

La **calidad** del fruto involucra, para la lima ácida Tahití, variables como diámetro ecuatorial y polar del fruto, espesor de la cáscara, contenido de jugo, grados Brix, porcentaje de ácido cítrico y contenido de vitamina C. Existe además la NTC 4087 para la lima ácida Tahití con especificaciones de calidad para fruta de exportación.

## • Monitoreo de relaciones hídricas de la planta

La velocidad de movimiento del flujo de savia se determina con un HRM Sap Flow (Figura 7), que está conectado al SL5 Smart Logger (ICT Internacional).

El HRM es un método termométrico para la medición del flujo de savia en el tejido del xilema, para lo cual utiliza un pulso corto de calor como rastreador. Midiendo la proporción de calor transportado entre dos sensores (a,c y b,d) simétricamente colocados (Figura 7), se puede calcular la magnitud y dirección del flujo del agua.



**Figura 7.** Sensor de flujo de savia HRM – SAP FLOW y esquema de funcionamiento dentro del tallo. Tomado del Manual de instalación y operación del HRM (ICT International)

## • **Diseño del sistema de riego**

Para el caso de los frutales –especialmente para perennes– se recomienda un sistema de riego localizado de alta frecuencia, bien distribuido, donde se haga el menor sobreuso, aplicando a sitios que no lo requieren como las calles entre surcos o entre árboles. Por el contrario, la condición de estrés por déficit en estos sectores minimiza la presencia y desarrollo de plantas asociadas o arvenses.

Se utilizó para la aplicación de tratamientos de riego un sistema localizado con goteo para el caso de Lebrija, donde la condición climática y edáfica favorece la aplicación de bajos caudales en la mayor parte del año, debido a que en esta zona el balance hídrico es positivo, presentando un exceso de 360 mm anuales. Se instalaron cuatro goteros de 4 L/h alrededor del área de raíz, procurando que abarcara el área completa en forma axial al tronco del árbol.

Para Santo Tomás y El Espinal se instaló un sistema de microaspersión, dado que el balance hídrico es negativo, presentando un déficit promedio de 800 mm anuales, y la condición de suelos requiere mayor cobertura en la aplicación con sistemas de bajo caudal, teniendo en cuenta además que debe ser un sistema de funcionamiento económico, dada la frecuencia diaria del riego. Los microaspersores normalmente son suficientes, con menos emisores por árbol, y pueden ser instalados cuatro o menos, dependiendo de su caudal nominal, ubicándolos contrapuestos en sentido norte-sur y este-oeste. En estos dos casos, se instaló un microaspersor de 20 L/h en cada árbol.

## • **Nutrición**

Una baja nutrición afecta el normal desarrollo de la planta en cada una de sus etapas, generando un bajo rendimiento y una baja calidad de la fruta.

Se recomienda formular un plan nutricional con base en los resultados de un análisis químico, físico y microbiológico del suelo. Estos resultados son una herramienta clave para identificar sin incurrir en déficit o excesos nutricionales, que en algunos casos pueden ser tóxicos y poco económicos.

El programa de nutrición en cada localidad de estudio fue basado en un análisis químico de suelos, a partir del cual se ajustó la necesidad en nutrientes, reportados por Corrales (2002) así:

- N1: según el análisis químico de suelo/requerimientos de la planta
- N2: doble de la fertilización recomendada en N1
- N3: fertilización utilizada por el productor

Para conocer los requerimientos nutricionales de la planta basados en lo encontrado por Corrales (2002), ver Tabla 1.

En sitios de características arenosas con balance hídrico negativo, la mayor parte del año, como en Santo Tomás y El Espinal, es recomendable ajustar el plan de nutrición con la aplicación de materia orgánica o humus, enmiendas que permitirán hacer una mejor retención de humedad, aportar nutrientes y mejorar las características físicas del suelo.

Es preciso destacar que en suelos arenosos como en Lebrija, la frecuencia de aplicación de la fórmula nutricional es determinante, dado que la poca retención que hacen las arenas de los nutrientes potencia el lavado ante un evento de lluvia o del riego.

Parámetro	Rango adecuado
pH	5 – 6,5
M.O.	4 - 8 %
Fósforo	8 - 10 ppm
Azufre	10 - 15 ppm
Calcio	3 - 4 meq/100 g
Magnesio	0,8 – 1,2 meq/100 g
Potasio	0,3 – 0,4 meq/100 g
Sodio	0 - 3 cmol/kg
CIC	> 20 cmol/kg
Ce	< 2 dS/m
Hierro	40 - 50 ppm
Cobre	1 – 1,5 ppm
Manganeso	5 -10 ppm
Zinc	3 -5 ppm
Boro	0,3 - 1 ppm

**Tabla 1.** Niveles adecuados en el suelo para cítricos, según Corrales (2002)

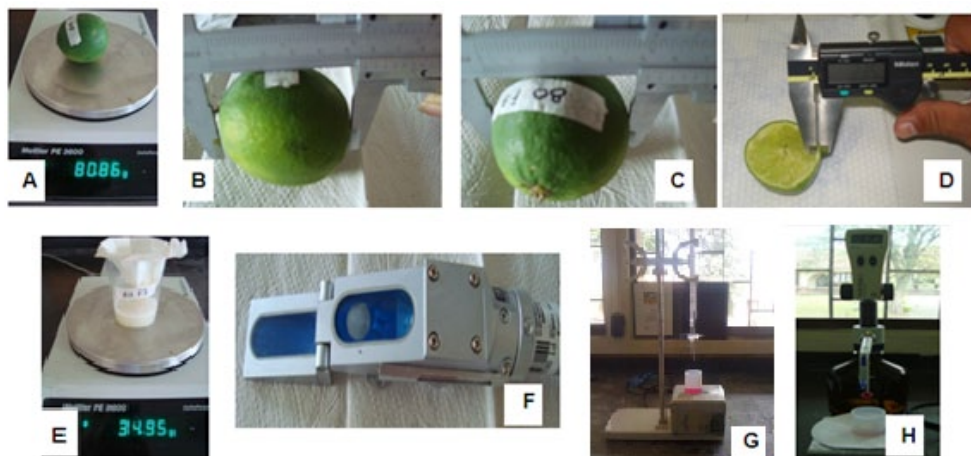
## • Análisis de calidad de frutos

La norma NTC 4087, desarrollada por Cenicafé y editada por Icontec (1997), clasifica el fruto de lima ácida Tahití en tres categorías (extra, I y II) de acuerdo con su apariencia física externa, para consumo en fresco y procesamiento industrial. Asimismo, la clasificación define cinco calibres en función del tamaño y peso del fruto (Tabla 2).

**Tabla 2.** Clasificación por calibres NTC 4087

Calibre	Diámetro (cm)	Peso promedio (g)
A	≥ 6,8	179
B	6,7 - 6,0	132
C	5,9 - 5,0	90
D	4,9 - 4,3	61
E	≤4,2	42

Con el fin de identificar la mejor interacción de tratamientos de riego y nutrición aplicados, se realizó un análisis de calidad de frutas con las variables consideradas en la NTC 4087 y otras de interés económico como: peso del fruto (g), diámetro ecuatorial y polar del fruto (cm), grosor de la cáscara (cm), peso (g), y porcentaje de jugo, acidez, sólidos solubles y contenido de vitamina C.



**Figura 8.** Proceso de medición de los parámetros físicoquímicos de lima ácida Tahití: A. Peso del fruto; B. Diámetro longitudinal; C. Diámetro ecuatorial; D. Espesor de la cáscara; E. Peso del jugo; F. Medición de °Brix; G. Medición de acidez; H. Medición de vitamina C.

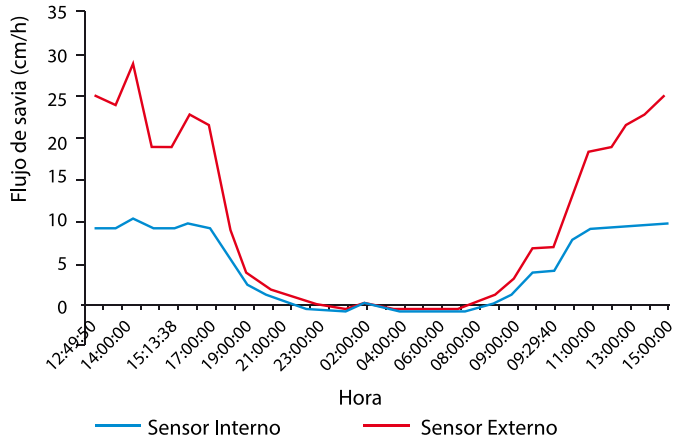
## Resultados y discusión

### • Movimiento de agua en la planta

En estrecha relación con el contenido de agua en el suelo, expresado en términos de porcentaje en la Figura 9, se observa que la velocidad de flujo de savia en la planta se incrementa a partir de las 8 de la mañana hasta las 6 de la tarde, momento en que inicia su descenso. Los valores máximos se alcanzan hacia las 3 y 4 de la tarde, con una velocidad aproximada de 25 cm/h, y desde las 11 de la noche hasta las 7 de la mañana se obtienen valores negativos de -0,3 cm/h. La dinámica de flujo encontrada presenta similitud con resultados encontrados por Fassio et

a/. (2009), quienes en árboles de aguacate de la variedad Hass encontraron un incremento en la mañana, con un máximo hacia el mediodía (91,6 kg/h), seguido por una disminución gradual hasta llegar a cero después de las 7 de la noche.

**Figura 9.** Velocidad de flujo de savia en árboles de lima ácida Tahití para la localidad de Lebrija, Santander

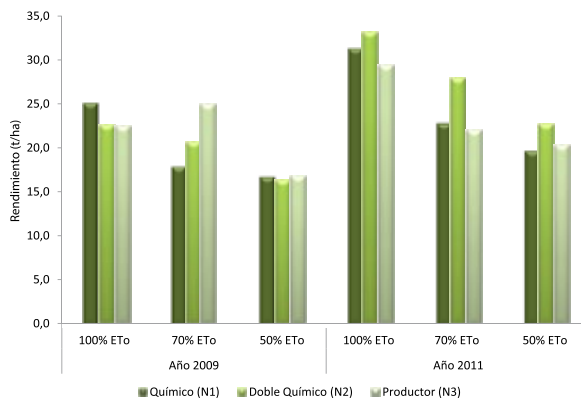


## • Rendimiento

### Riego / Fertilización - El Espinal, Tolima

En la Figura 10 se puede observar que las plantas a las cuales se les aplicó una lámina de 100% ETo (L1) y el doble de la fertilización química (N2), obtuvieron el mayor rendimiento (33,12 t/ha). Es conveniente señalar que todos los niveles de fertilización con lámina de riego de 100% ETo (L1) superaron los tratamientos con lámina de 50% ETo (L3), mostrando diferencias significativas, lo cual supone que la lima ácida Tahití es un cultivo que requiere una cantidad de agua superior a L3 y tiene su mejor respuesta productiva cuando se aplica un riego con niveles iguales a L1.

**Figura 10.** Efecto de la interacción riego y fertilización en el rendimiento de lima ácida Tahití. Espinal, Tolima

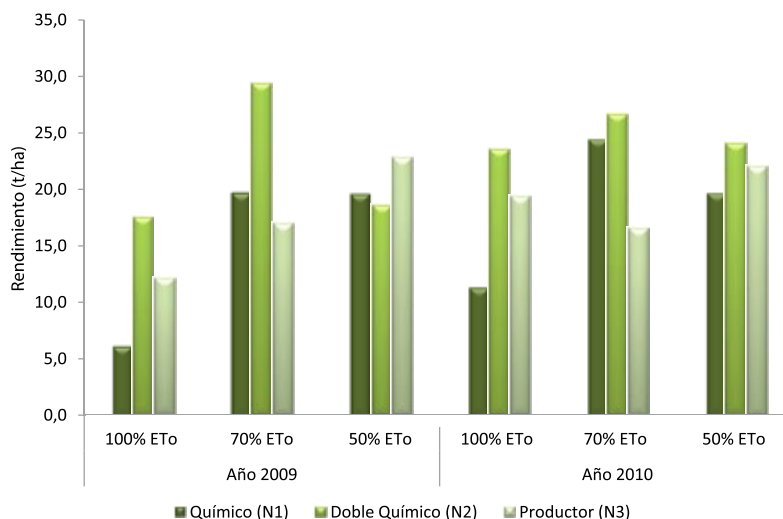


## Riego / Fertilización - Lebrija, Santander

El mejor rendimiento lo presentaron las plantas a las cuales se les aplicó una lámina de 70% ETo (L2) y el doble de la fertilización química (N2), nivel de fertilización que presentó los mejores rendimientos para las tres láminas evaluadas, observándose las diferencias significativas entre niveles de fertilización.

El menor rendimiento lo presentaron las plantas a las que se les aplicó la interacción lámina 100% (ETo) y fertilización química (N1), con valores 6,12 y 11,29 t/ha para los años 2009 y 2010, respectivamente. Corresponde entonces el requerimiento hídrico a una condición de menor demanda, siendo suficiente reponer el 70% ETo comparado con El Espinal, que requiere un 100% ETo.

**Figura 11.** Efecto de la interacción riego y fertilización en el rendimiento de lima ácida Tahití. Lebrija, Santander

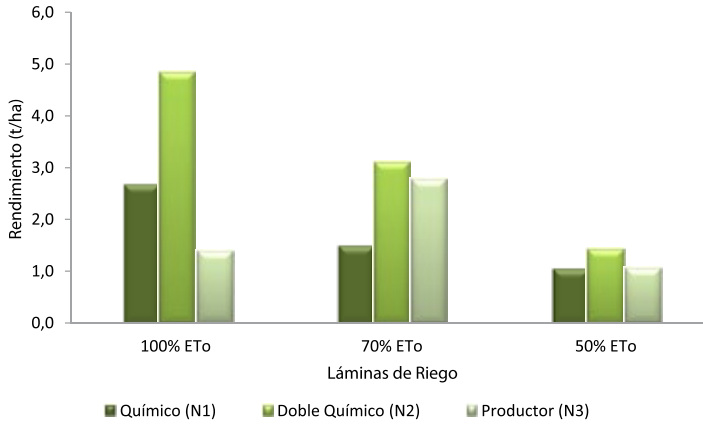


## Riego / Fertilización - Santo Tomás, Atlántico

Para esta localidad se debe tener en cuenta que el cultivo está iniciando producción. El mejor rendimiento lo presentaron los árboles a los que se les aplicó la lámina 100% ETo (L1) con el doble de la fertilización química (N2), teniendo en cuenta que el cultivo presenta una producción irregular.

La fórmula de fertilización que contiene a N2 presentó una mejor tendencia para los rendimientos para las tres láminas evaluadas. El cultivo expresa una mejor respuesta al rendimiento cuando el huerto es manejado con la más alta reposición hídrica, esto es el 100% ETo (L1).

**Figura 12.** Efecto de la interacción riego y fertilización en el rendimiento de lima ácida Tahití. Santo Tomás, Atlántico

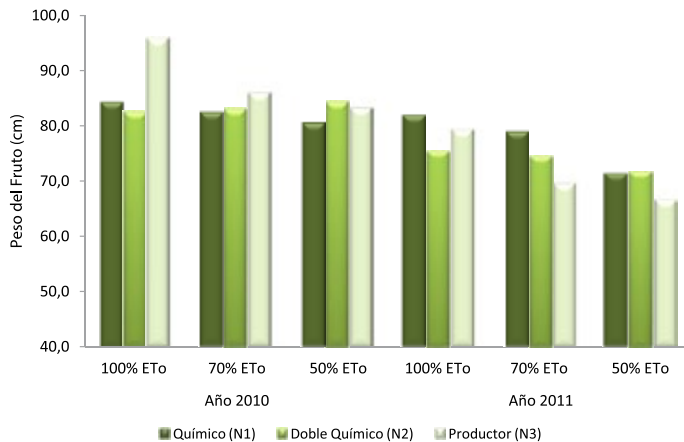


• **Calidad**

**Riego/Fertilización - El Espinal, Tolima**

Con una lámina de 100% ETo (L1) se obtuvieron los mejores valores de peso del fruto en los tres niveles de fertilización nitrogenada y para los dos años evaluados, comportamiento que se debe posiblemente al régimen de humedad de esta zona, la cual presenta un balance hídrico negativo durante la mayor parte del año, afectando negativamente el peso del fruto. Este resultado es similar al encontrado por Agustí *et al.* (2005), quienes reportan que los períodos de sequía, aunque sean cortos, tienden a reducir el tamaño del fruto si no se aplica la cantidad de agua requerida por el cultivo.

**Figura 13.** Efecto de la interacción riego y fertilización en el peso del fruto del cultivo de lima ácida Tahití. El Espinal, Tolima

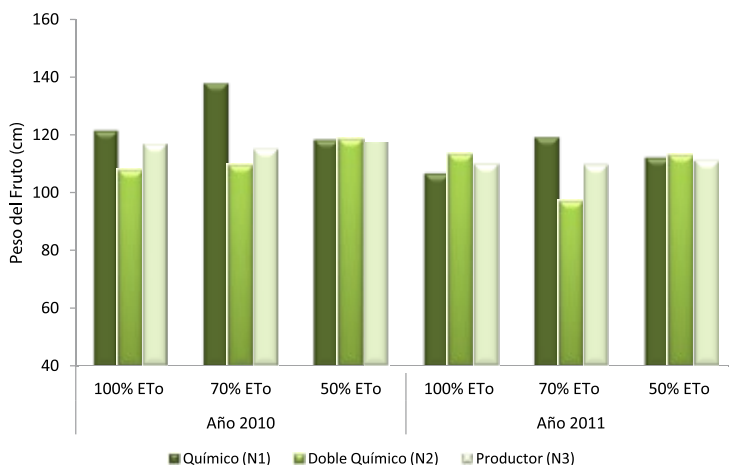


## Riego / Fertilización - Lebrija, Santander

En los dos años de evaluación se observó que la interacción lámina 70% ETo (L2) con fertilización química (N1), presentó los mejores valores (137,63 g), en comparación con la interacción lámina 100% ETo (L1) con el doble de la fertilización química (N2), que presenta los valores más bajos (107,78 g).

En los resultados obtenidos en la localidad de El Espinal se reporta un promedio de peso de fruto de 79,6 g, mientras que bajo las condiciones de Lebrija el peso promedio de los frutos es 114,1 g, presentando un incremento hasta del 30% para todos los tratamientos evaluados en comparación a los datos registrados para El Espinal.

**Figura 14.** Efecto de la interacción riego y fertilización en el peso del fruto del cultivo de lima ácida Tahití. Lebrija, Santander

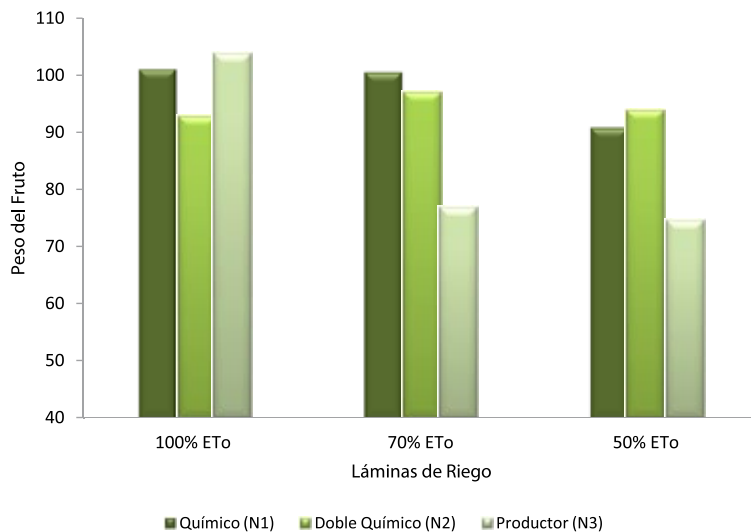


## Riego / Fertilización - Santo Tomás, Atlántico

En la interacción lámina 100% ETo (L1) con la fertilización del productor (N3) se presentó el mejor valor para peso del fruto (103,82 g), en comparación con la interacción lámina 50% ETo (L3) con fertilización del productor (N3), que presentó un valor promedio de 74,52 g. En cuanto a las láminas de riego, el peso total del fruto osciló entre 99,81 g a 85,81 g, correspondiendo a lámina 100% ETo (L1) y lámina 50% ETo (L3), respectivamente, obteniendo el mayor peso del fruto con la lámina de mayor consumo, L1.

Se reporta un promedio de peso para fruto de 92,7 g, el promedio más alto frente a los obtenidos en El Espinal (79,6 g) y el menor en cuanto a los reportados en Lebrija (114,1 g).

**Figura 15.** Efecto de la interacción riego y fertilización en el peso del fruto del cultivo de lima ácida Tahití. Santo Tomás, Atlántico



## Conclusiones

Los huertos vinculados al estudio presentan características específicas de clima, desarrollo y suelo que han influido de manera determinante en la producción y calidad del fruto de la lima ácida Tahití. Se observa que los regímenes de precipitación y demanda hídrica por parte del medio, afectan de manera significativa el desarrollo del cultivo y su producción.

Además, se presentan diferencias en la duración de los estados de desarrollo desde floración a cosecha entre las localidades de Lebrija y El Espinal. Las diferencias en la velocidad de crecimiento del fruto posiblemente se deban a las variaciones en algunos parámetros ambientales entre localidades, tales como temperatura media y humedad relativa. La temperatura puede ser un determinante de la actividad metabólica de las plantas. En El Espinal se presenta una temperatura media anual de 30 °C y en Lebrija de 21 °C.

Un adecuado comportamiento en rendimiento y calidad de la de lima ácida Tahití no solo está en función de la adecuada selección del injerto y el portainjerto, sino que también depende del manejo, pues aun cuando se cuente con el mejor de los materiales para la siembra, el estrés biótico o abiótico impide la expresión del potencial productivo de los huertos. Para el caso de esta investigación (mismo patrón, misma copa entre localidades), se ha encontrado que mantener los huertos con un adecuado suministro hídrico y nutricional puede ayudar a mejorar el rendimiento y la calidad del fruto.

En localidades como El Espinal y Santo Tomás, donde la demanda hídrica es alta, los suelos son arenosos, pobres nutricionalmente y mantienen la humedad por períodos relativamente cortos; el cultivo expresó una mejor respuesta cuando se aplicó 100% ETo y el doble de la nutrición nitrogenada. En este caso, sería posible hacer recomendaciones para un suministro hídrico diario en estas localidades, no inferior al 100% de lo que el cultivo evapotranspira ( $K_c = 1,0$ ).

Al momento de la cosecha el fruto alcanza un peso de 82,5 g en El Espinal y 82 g en Lebrija. Las condiciones ambientales favorables que se presentan en Lebrija ( $T^{\circ} 21,4$  °C; HR 82,5%), garantizan un mayor intercambio de CO<sub>2</sub> y acumulación de reservas de carbohidratos, lo cual se ve reflejado en una mejor calidad interna y externa del fruto.

Para condiciones como las de Lebrija, Santander, donde la condición climática es benévola, la demanda es menor; en función de la alta humedad relativa, baja radiación (menos horas sol), alta nubosidad y pendientes que impiden el traslado de la humedad, es posible recomendar un suministro hídrico de menor magnitud y usar para la localidad un  $K_c = 0,5$  de acuerdo con los tratamientos

evaluados, valor que puede aumentar o disminuir en función del desarrollo del cultivo durante el año, siendo posible obtener un buen rendimiento, calidad tipo exportación y un mayor beneficio neto con el suministro del 50% ETo, según los resultados de esta investigación.

El estrés hídrico en época de llenado del fruto afecta directamente la calidad y el rendimiento, en tanto que disminuye la formación de tejido dentro de la fruta, minimiza el contenido del jugo, y los frutos, como es de esperarse, serán de menor tamaño y por ende menos pesados. En un huerto bien regado y nutrido los productos de la función fotosintética pueden ser dirigidos a la formación de estructuras en toda la planta, según la fase fisiológica, sin que sea necesario cumplir una a expensas de la otra. Esta condición afecta gravemente el rendimiento y la calidad. En la planta no hay vuelta atrás, lo que no se formó ya no se formará, o implicará un mayor costo energético y, como consecuencia, mayor costo económico.

## Referencias

---

- Agustí, M. 2005. *Citricultura*. Departamento de producción vegetal, Universidad Politécnica, Valencia-España. Segunda Edición. Ediciones Mundiprensa. 422 p.
- Alves, J. 2006. *Necessidade hidrica e resposta da cultura de lima-ácida "tahiti" a diferentes níveis de irrigação*. 100 f. Tese (Doutorado em irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de Sao Paulo. Piracicaba.
- Becerra, S; Guardiola, J. L. 1984. Inter-relationship between flowering and fruiting in sweet orange, cultivar Navelina. *Proc. Int. Soc. Citriculture*. 1: 190-194.
- Chaikiattiyos, S.; Menzel, C.; Rasmussen, T. 1994. Floral induction in tropical fruit trees: effects of temperature and water supply. *J Hort. Sci.* 69:397-415.
- Corrales, A. 2002. *Manual ilustrado para la producción de cítricos en Colombia*. Asocitricos, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Social. Convenio MADR-Asocitricos. 167 p.
- Fassio, C.; Heath, R.; Arpaia, M.; Castro, M. 2009. Sap flow in "Hass" avocado trees on two clonal rootstocks in relation to xylem anatomy. *Scientia Horticulturae*. 120: 8–13.
- Goldschmidt E.; Golomb, A. 1982. The carbohydrate balance of alternative bearing Citrus trees and the significance of reserves for flowering and fruiting. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107: 206-208.
- Icontec. 1997. NTC 4087. *Norma técnica colombiana*. Frutas frescas. Lima Tahití. Especificaciones. 13 p.
- Iglesias, D. & Tadeo, F. 2006. Carbohydrate and ethylene levels related to fruitlet drop through abscission zone A in citrus. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 20(3): 348-355.
- Koo, R.; Young, L.; Kesterson, J. 1974. Effect of nitrogen, potassium and irrigation on yield and quality of lemon. *Journal of the American Society for Horticultural Sciences*. 99 (4): 289-291.
- Nebauer, S. & Ávila, C. 2006. Seasonal variation in the competence of the buds of three cultivars from different Citrus species to flower. *Trees*. 20: 507-514.
- Southwick, S.M.; Davenport, L. 1986. Characterization of water stress and low temperature effects on flower induction in Citrus. *Plant Physiol.* 81:26-29.
- Zucconi, G.; Monselise, S.; Goren, R. 1978. Growth-Abscission Relationships in developing orange fruit. *Scientia Hort.* 9:137-146.



Producción editorial:  
Diagramación, impresión y encuadernación



[www.produmédios.org](http://www.produmédios.org)  
Tel: 893 7710

Terminó de imprimirse  
en Octubre de 2012 en  
Bogotá, DC, Colombia