

**INFLUENCIA DEL RIEGO Y LA FERTILIZACIÓN EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD
DE LIMA ÁCIDA TAHITÍ (*Citrus latifolia* Tanaka)**

DIANA YARITZA DORADO GUERRA

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACUTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
COORDINACIÓN GENERAL DE POSGRADOS
PALMIRA
2011**

**INFLUENCIA DEL RIEGO Y LA FERTILIZACIÓN EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD
DE LIMA ÁCIDA TAHITÍ (*Citrus latifolia* Tanaka)**

DIANA YARITZA DORADO GUERRA
Ingeniera Agrícola

**Trabajo de tesis para optar al título de Magister en Ciencias Agrarias con
Énfasis en suelos**

Dirigido por:

HAROLD TAFUR HERMANN, Ingeniero Agrícola M.Sc. D.Sc

LILIANA RÍOS ROJAS, Ingeniera Agrícola M.Sc.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACUTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
COORDINACIÓN GENERAL DE POSGRADOS
PALMIRA
2011**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE PALMIRA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ACTA DE JURADO DE TESIS

MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRARIAS
LINEA DE INVESTIGACIÓN SUELOS

En Palmira a los 09 días del mes de Diciembre de 2011, se reunió en esta Sede el Jurado Calificador de Tesis, integrado por los doctores CARLOS ALBERTO ESCOBAR CHALARCA y ALEXANDER REBOLLEDO ROA

Para calificar la Tesis de Grado de:

DIANA YARITZA DORADO GUERRA

Titulada:

“INFLUENCIA DEL RIEGO Y LA FERTILIZACIÓN EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LIMA ACIDA TAHITÍ (*Citrus latifolia* Tanaka)” bajo la dirección Harold Tafur Hermann y Liliana Ríos Rojas.

Después de oír el informe del jurado evaluador compuesto por los investigadores CARLOS ALBERTO ESCOBAR CHALARCA y ALEXANDER REBOLLEDO ROA, y de haber cumplido con el proceso de evaluación, la tesis fue calificada como:

APROBADA

REPROBADA

CARLOS ALBERTO ESCOBAR CH.

ALEXANDER REBOLLEDO R.

DEDICATORIA

CON TODO MI AMOR

A DIOS, por darme la vida, permitirme realizar este trabajo y por todas las bendiciones que he recibido.

A mi padre Héctor Dorado y mi madre Fabiola Guerra, por estar siempre a mi lado apoyándome y dándome el mejor ejemplo de vida.

A mi hermano Fabián Dorado, por su apoyo y su confianza.

A mi hermoso Brandon Stiven, por llenarme el corazón de alegrías.

A todos mis familiares y amigos por su apoyo.

AGRADECIMIENTOS

Yo, Diana Dorado, expreso mis agradecimientos a CORPOICA, C.I. Palmira, por la financiación y préstamo de sus instalaciones para la realización de este proyecto dentro del cual se hizo esta tesis, agradezco a los señores Fernando Escovar, Hernando Ortiz y Federico Charris, por el préstamo de sus fincas para realizar las evaluaciones. También agradezco a las personas que de alguna u otra forma hicieron posible este trabajo de grado:

Ing. M. Sc. Liliana Ríos Rojas, líder del proyecto y directora del trabajo de grado, por sus enseñanzas, su comprensión y su apoyo.

Ing. D. Sc. Harold Tafur Hermann, director del trabajo de grado, por la revisión del trabajo.

Ing. Ph.D. Alexander Rebolledo, por su apoyo técnico al proyecto.

Ing. Ph.D. Arturo Carabalí, por su apoyo técnico al proyecto.

Ing. Ph.D. Nubia Murcia, por su apoyo técnico al proyecto.

Ing. Ph. D. DemianTakumasa Kondo, por su apoyo técnico al proyecto.

Ricardo, Claudia, Andrés y Daniel por su colaboración y apoyo incondicional

A todos los pasantes que trabajaron en la realización de este proyecto.

A todo el personal de CORPOICA por su apoyo incondicional.

A mis amigos Luis Carlos, Diana María, Ana María, por estar ahí brindándome su compañía.

A TODOS MUCHAS GRACIAS

“La facultad y los jurados de tesis no se harán responsable de las ideas emitidas por el autor”

Artículo 24, resolución 04 de 1974

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	16
1. OBJETIVOS	18
OBJETIVO GENERAL	18
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	19
2.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO.....	19
2.2 SITUACIÓN MUNDIAL	20
2.3 SITUACIÓN NACIONAL	21
2.4 CALIDAD DE FRUTA LIMA ÁCIDA TAHITÍ.....	22
2.4.1 Calibre	22
2.4.2 Requisitos Generales	23
2.4.3 Requisitos específicos	23
3. MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1 LOCALIZACIÓN	24
3.2 DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO.....	25
3.2.1 Diseño experimental	25
3.2.2 Descripción de los tratamientos	25
3.2.3 Instalación del experimento.....	26
3.3 CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO	27
3.3.1 Suelos y clima	27
3.4 PROGRAMACIÓN DE LAS LÁMINAS DE RIEGO.....	27
3.5 DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN	34
3.6 VARIABLES DE RESPUESTA.....	35
3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	37
3.8 COSTOS.....	37
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
4.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO	39
4.1.1 Clima y suelos	40
4.1.2 Estado cero de las plantaciones.....	47
4.2 NIVELES DE FERTILIZACIÓN	49
4.3 RENDIMIENTO	53
4.4 CALIDAD DEL FRUTO	61
4.5 ANÁLISIS DE CORRELACIONES.....	70

4.6	ANÁLISIS MULTIVARIADO	71
4.7	ANÁLISIS ECONÓMICO	73
5	CONCLUSIONES	77
	BIBLIOGRAFÍA	79
	ANEXOS	81

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Calibres de la lima Tahití.....	22
Tabla 2. Niveles adecuados en el suelo para cítricos, según Corrales (2002).	34
Tabla 3. Caracterización de las zonas de estudio.....	39
Tabla 4. Resultados calidad del fruto, Espinal - Tolima.	48
Tabla 5. Resultados calidad del fruto, Lebrija - Santander.....	48
Tabla 6. Interpretación de análisis de suelos para cada localidad.....	49
Tabla 7. Fórmula de nutrición quincenal para el huerto La Ceiba. Espinal, Tolima.	51
Tabla 8. Fórmula de nutrición quincenal para el huerto La Esmeralda, Lebrija.	52
Tabla 9. Fórmula de nutrición quincenal para el huerto La Quinta, Santo Tomás.	52
Tabla 10. Análisis de varianza para rendimiento (t/ha). Espinal- Tolima.....	53
Tabla 11. Efecto de diferentes regímenes de manejo del agua de riego en el rendimiento (t/ha) del cultivo de lima acida Tahití. Espinal- Tolima.....	53
Tabla 12. Efecto de diferentes niveles de fertilización sobre el rendimiento (t/ha) del cultivo de lima acida Tahití. Espinal- Tolima.....	53
Tabla 13. Promedio del rendimiento. Espinal- Tolima.....	54
Tabla 14. Análisis de varianza para rendimiento (t/ha). Lebrija - Santander.....	55
Tabla 15. Efecto de diferentes regímenes de manejo del agua de riego en el rendimiento (t/ha) del cultivo de lima acida Tahití. Lebrija - Santander.....	56
Tabla 16. Efecto de diferentes niveles de fertilización sobre el rendimiento (t/ha) del cultivo de lima acida Tahití. Lebrija - Santander.....	56
Tabla 17. Promedio del rendimiento. Lebrija-Santander.....	57
Tabla 18. Análisis de varianza para rendimiento (t/ha). Santo Tomas - Atlántico.....	58
Tabla 19. Efecto de diferentes regímenes de manejo del agua de riego en el rendimiento (t/ha) del cultivo de lima acida Tahití. Santo Tomas - Atlántico.....	58
Tabla 20. Efecto de diferentes niveles de fertilización sobre el rendimiento (t/ha) del cultivo de lima acida Tahití. Santo Tomas - Atlántico.....	59

Tabla 21. Promedio del rendimiento. Santo Tomas - Atlántico	59
Tabla 22. Promedio de las variables evaluadas para cada localidad.....	70
Tabla 23. Análisis de componentes principales. Valores propios de la matriz de Correlación para las variables evaluadas.....	71
Tabla 24. Presupuesto parcial de la interacción riego y fertilización en el cultivo de lima acida Tahití. Espinal – Tolima. 2011.	74
Tabla 25. Presupuesto parcial de la interacción riego y fertilización en el cultivo de lima acida tahiti. Lebrija - Santander. 2011.....	75
Tabla 26. Presupuesto parcial de la interacción riego y fertilización en el cultivo de lima acida tahiti. Santo Tomas - Atlántico. 2011.....	76

LISTADE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Zonas de estudio.....	24
Figura 2. Arreglo experimental de los tratamientos en campo	25
Figura 3. Localidad Espinal – Tolima	26
Figura 4. Localidad Lebrija – Santander.....	26
Figura 5. Localidad Santo Tomas – Atlántico.....	27
Figura 6. Instalación de tanque evaporímetro Clase A.	29
Figura 7. Detalles instalación sistema de riego. Experimento Espinal, Tolima.	30
Figura 8. Distribución en campo experimento. Espinal, Tolima.	30
Figura 9. Detalle del sistema de riego. Lebrija, Santander.....	31
Figura 10. Distribución en campo experimento. Lebrija, Santander.....	31
Figura 11. Sistema riego La Quinta, Santo Tomás.	32
Figura 12. Sistema de microaspersión. La Quinta, Santo Tomás.	32
Figura 13. Distribución en campo experimento. Santo Tomás, Atlántico.....	33
Figura 14. Proceso de medición de los parámetros físicos-químicos de lima acida Tahití: A. peso del fruto, B. diámetro longitudinal, C. diámetro ecuatorial, D. espesor de la cascara, E. peso del jugo, F. medición de °Brix, G. medición de Acidez, H. medición de vitamina C.	36
Figura 15. Ubicación estación C.I. Nataima (Corpoica) y huerto experimental. Fuente: http://www.maplandia.com/Colombia	41
Figura 16. Balance hídrico-climático estación C.I. Nataima (Corpoica).	41
Figura 17. Balance hídrico-climático durante el experimento en Espinal – Tolima.	42
Figura 18. Deslizamiento en huerto de lima ácida Tahití. Lebrija, Santander.....	43
Figura 19. Ubicación estación IDEAM, Aeropuerto Palo Negro (Lebrija) y huerto experimental.Fuente: http://www.maplandia.com/Colombia	43
Figura 20. Balance hídrico-climático de la estación Aeropuerto Palo Negro, Lebrija.....	44
Figura 21. Balance hídrico-climático durante experimento en Lebrija - Santander.....	44
Figura 22. Ubicación estación IDEAM, Aeropuerto Ernesto Cortissoz (Soledad) y huerto experimental. Fuente: http://www.maplandia.com/colombia	46

Figura 23. Balance hídrico-climático estación Aeropuerto Ernesto Cortissoz. Soledad, Atlántico.....	46
Figura 24. Balance hídrico-climático durante experimento en Santo Tomas – Atlántico.....	47
Figura 25. Efecto de la interacción riego y fertilización en el rendimiento de lima acida Tahití. Espinal - Tolima.....	55
Figura 26. Efecto de la interacción riego y fertilización en el rendimiento de lima acida Tahití. Lebrija-Santander.....	57
Figura 27. Efecto de la interacción riego y fertilización en el rendimiento de lima acida Tahití. Santo Tomas - Atlántico.....	60
Figura 28. Efecto de la interacción riego y fertilización en el peso del fruto del cultivo de lima acida Tahití. Espinal – Tolima.....	61
Figura 29. Efecto de la interacción riego y fertilización en el diámetro ecuatorial del cultivo de lima acida Tahití. Espinal - Tolima.....	62
Figura 30. Efecto de la interacción riego y fertilización en el porcentaje de jugo de los frutos del cultivo de lima acida Tahití. Espinal - Tolima.....	63
Figura 31. Efecto de la interacción riego y fertilización en °Brix de los frutos del cultivo de lima acida Tahití. Espinal - Tolima.....	63
Figura 32. Efecto de la interacción riego y fertilización en el contenido de vitamina C de los frutos del cultivo de lima acida Tahití. Espinal - Tolima.....	64
Figura 33. Efecto de la interacción riego y fertilización sobre el peso del fruto de lima acida Tahití. Finca La Esmeralda, Lebrija, Santander.....	65
Figura 34. Efecto de la interacción riego y fertilización en el peso del jugo del fruto de lima acida tahiti. Finca La Esmeralda, Lebrija, Santander.....	66
Figura 35. Efecto de la interacción riego y fertilización en el contenido de vitamina C del fruto de lima acida tahiti. Finca La Esmeralda, Lebrija, Santander.....	66
Figura 36. Efecto de la interacción riego y fertilización sobre el peso del fruto de lima acida Tahití. Santo Tomas - Atlántico.....	68
Figura 37. Efecto de la interacción riego y fertilización en el peso del jugo de los frutos de lima acida Tahití. Santo Tomas - Atlántico.....	68
Figura 38. Efecto de la interacción riego y fertilización sobre el contenido de vitamina C del fruto de lima acida Tahití. Santo Tomas - Atlántico.....	69
Figura 39. Proyección en dos componentes principales, clasificación por variables.....	72
Figura 40. Dendograma de la influencia del riego y fertilización en lima acida Tahití.....	73

LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo A. Esquema hoja de cálculo. Balance hídrico	81
Anexo B. Relación análisis de suelos. Espinal, Tolima	82
Anexo C. Relación análisis de suelos. Lebrija Santander	85
Anexo D. Relación análisis de suelos. Santo Tomas, Atlántico	89
Anexo E. Análisis de varianza para las variables de calidad evaluadas en la localidad Espinal – Tolima	92
Anexo F. Efecto del riego sobre la calidad del fruto. Cosecha 2010. Espinal – Tolima ..	93
Anexo G. . Efecto del riego sobre la calidad del fruto. Cosecha 2011. Espinal – Tolima	94
Anexo H. Análisis de varianza para las variables de calidad evaluadas en la localidad Lebrija – Santander	95
Anexo I. Efecto del riego sobre la calidad del fruto. Cosecha 2010. Lebrija – Santander	96
Anexo J. Efecto del riego sobre la calidad del fruto. Cosecha 2011. Lebrija – Santander	97
Anexo K. Análisis de varianza para las variables de calidad evaluadas en la localidad Santo tomas – Atlántico	98
Anexo L. Efecto del riego sobre la calidad del fruto. Cosecha 2011. Santo tomas – Atlántico.....	99
Anexo M. Análisis de Correlaciones.....	100

RESUMEN

Los cítricos son capaces de crecer y fructificar en condiciones ambientales muy diversas, desde climas subtropicales relativamente fríos hasta zonas tropicales cálidas. Se han encontrado relaciones estrechas con factores ambientales, entre los que se encuentran un régimen de temperaturas moderadamente bajas, en condiciones subtropicales, y el estrés hídrico en el trópico para activar la floración, lo cual hace que el suministro de agua sea muy importante en la producción. Se evaluó el efecto del sistema de riego localizado de alta frecuencia y la fertilización sobre el rendimiento y calidad del cultivo de lima ácida Tahití, en tres localidades de Colombia; Espinal (Tolima) a 335 msnm, Lebrija (Santander) a 1033 msnm y Santo Tomás (Atlántico) a 19 msnm. Las láminas de riego evaluadas se basaron en porcentajes de la evapotranspiración de referencia (ET_o) así: L1= 50%ET_o, L2= 70%ET_o y L3= 100%ET_o. Los tres niveles de fertilización fueron: N1= según el análisis químico del suelo/requerimientos de la planta, N2= doble de la fertilización recomendada en N1 y N3 = fertilización utilizada por el productor. La frecuencia de fertilización fue quincenal. Las variables de respuesta fueron: rendimiento, peso del fruto, diámetro ecuatorial y polar del fruto, grosor de la cáscara, peso y porcentaje de jugo, acidez, sólidos solubles y contenido de vitamina C. En el Espinal, donde se presentaron suelos franco arenosos con un estado nutricional muy bajo y un balance hídrico negativo todo el año; se observó una mejor respuesta con la lámina de mayor agua aplicada (L3), representado principalmente en el rendimiento (número y peso de frutos (promedio 80 g)) y calidad, que ubican la producción en categoría C (norma técnica colombiana para la lima ácida Tahití NTC 4087), aceptable para exportación. En Lebrija, la disponibilidad hídrica óptima de 10 meses al año, hace que la producción de lima ácida Tahití, sea una actividad energéticamente económica, aún más presentando suelos con características adecuadas para el cultivo, como son suelos arenosos con alta meteorización química, donde la presencia de pH ácido no es un limitante para el cultivo. Los valores más altos para tamaño y peso del fruto (promedio 109 g) se consiguieron con la interacción de tratamientos L3 x N1, ubicando ésta producción en categoría B (según la NTC 4087). En Santo Tomás, la producción estuvo limitada y no se observó un estado productivo antes del cuarto año, edad en la cual el cultivo, para otras localidades había estabilizado, iniciada al segundo año. La baja producción propiciada por las condiciones edáficas (suelos poco fértiles) y un déficit hídrico durante la mayor parte del año hace que la actividad productiva de la lima ácida Tahití no sea rentable para la región, dada la necesidad de una alta inversión tecnológica en riego y nutrición.

Palabras claves: lima ácida Tahití, riego localizado de alta frecuencia, fertilización, nutrición, rendimiento, calidad de fruta.

ABSTRACT

Citrus is able to grow and flourish in a variety of environmental conditions from relatively cold climates to subtropical warm tropical areas. It has been found a close relationship between environmental factors, such as moderately low temperatures in subtropical conditions, and water stress in the tropics that trigger flowering, which makes water supply a very important factor associated with yield. The effect of drip irrigation system and high frequency fertilization on crop yield and quality of Tahiti lime was evaluated at three locations in Colombia, i.e., Espinal (Tolima) at 335 a.m.s.l., Lebrija (Santander) at 1033 a.m.s.l., and Santo Tomas (Atlántico) at 19 a.m.s.l. Slidesevaluatedirrigationrateswere based onreference evapotranspiration(ETo) as follows: L1= 50% ETo, L2= 70% ETo y L3= 100% ETo.The three levels of fertilization were: N1 = according to the chemical analysis soil / plant requirements, N2 = twice the recommended N1 and N3 fertilization = fertilizer used by the grower. The frequency of fertilization was fortnightly. The response variables were: yield, fruit weight, equatorial and polar diameter fruit, shell thickness, weight and juice percentage, acidity, soluble solids and vitamin C content. In Espinal, where there were sandy loams with a very low nutrition state and a negative water balance throughout the year, an optimal response was observed in the irrigation sheet with the greatest water applied (L3), represented mainly in the yield (number and weight of fruits (average 80 g)) and quality production that place it in category C (technical standard Colombian acidfor Tahiti lime under NTC 4087), which is acceptable for export. In Lebrija, the optimal water availability of 10 months per year, makes the production of Tahiti lime an energetically economic activity, even in soils with characteristics suitable for cultivation, such as sandy soils with high chemical weathering, where the presence of acid pH is not a limiting factor for cultivation. The highest values for size and fruit weight (average 109 g) were achieved with the interaction of treatments L3 x N1, placing this production in category B (according to NTC 4087). In Santo Tomás, the production was limited and a productive state was not observed before the fourth year, an age at which the yield had stabilized for other localities, starting on the second year. The low production resulting by the soil conditions (poor soils) and a water deficit during most of the year makes the productive activity of Tahiti lime unprofitable for the region, given the need for high technology investment in irrigation and nutrition.

Keywords: Tahiti lime, high-frequency drip irrigation, fertilization, nutrition, yield, fruit quality.

INTRODUCCIÓN

La baja productividad y calidad de la lima ácida Tahití está estrechamente relacionada, entre otros factores, por el inadecuado manejo de los requerimientos hídricos y nutricionales de la planta, afectando negativamente los ingresos de los productores. En Colombia no se cuenta con recomendaciones técnicas o resultados de investigación sistematizada y disponible, que relacione la interacción de los requerimientos hídricos y nutricionales en limas ácidas Tahití que permitan incrementar el rendimiento y la calidad de los frutos.

La producción y calidad de las frutas cítricas depende de la respuesta del genotipo de la planta (variedad y patrón) al ambiente y a la interacción entre ellos. En condiciones subtropicales, el principal factor climático que influye sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas es la modificación de las temperaturas medias ocasionada por las estaciones, mientras que en condiciones tropicales (cerca al Ecuador), el principal factor es la precipitación. Casi la totalidad de la información científica y las prácticas de manejo del cultivo de cítricos se han generado para las regiones productoras subtropicales (la región mediterránea, el sur de América, Australia y California para fruta fresca; Florida y Sao Paulo para concentrado de jugo de naranja) (Davies y Albrigo, 1994); mientras que el desarrollo científico y tecnológico es escaso en las regiones tropicales (Reuther, 1977).

La geografía colombiana presenta condiciones favorables para el cultivo de los cítricos, las zonas productoras se encuentran ubicadas entre los 0 y 1.600 m de altitud, con temperaturas medias de 23 a 34 °C, precipitaciones acumuladas anuales de 900 a 2.000 mm y luminosidad mayor a 1.900 horas de brillo solar anual. La producción de fruta es permanente a través de todo el año, con épocas marcadas de concentración de la cosecha, dependiendo de la distribución de la precipitación, unimodal o bimodal, las cuales son características de la zona andina (Corrales citado por Riaño *et al.*, 2006).

Según las cifras del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, se estima que en el año 2005, se sembraron en Colombia alrededor de 7.254 hectáreas en limas ácidas, representando un aporte del 12.58% a la producción total de cítricos (57.674 ha en cítricos con una producción de 1.1 millones de t/fruta). Para el 2005, del total de la producción de limas ácidas, el 78% procedieron del departamento de Tolima, seguido por Atlántico (11,2%), Santander (6,9%), Antioquia (3,1%) y Caldas (0,6%). De esta forma, los departamentos de Tolima y Atlántico aportan casi el 90% del total del limón; sin embargo, la importancia del Tolima es tal que tan solo el municipio de Guamo produjo 54.300 toneladas en el mismo año.

En Colombia el rendimiento de limas ácidas por hectárea en el 2005 (MADR 2005) fue de 18,2 T*ha⁻¹, promedio que se encuentra por debajo de los rendimientos de plantaciones tecnificadas, 30 T*ha⁻¹ y de los rendimientos obtenidos en investigación de 40 T*ha⁻¹. La brecha tecnológica que hay entre los cultivares tecnificados y de investigación es de 11.8 T*ha⁻¹ y 21.8 T*ha⁻¹ respectivamente.

Estos rendimientos se pueden mejorar a través de investigaciones que generen recomendaciones tecnológicas sobre el efecto de la aplicación de riego, en concordancia con una equilibrada nutrición ya que en la mayoría de zonas productoras no se tienen

recomendaciones específicas de fertilización. Además, la ocurrencia y distribución de lluvias es muy irregular lo cual hace, aunque las precipitaciones aparentemente satisfacen las necesidades hídricas del cultivo, que se presenten épocas de déficit hídricos en etapas importantes del cultivo, originando efectos negativos sobre los rendimientos y la misma calidad de la fruta.

Con este proyecto se busca generar información sobre el manejo del cultivo de la lima ácida Tahití, en aspectos relacionados con el riego y nutrición, que determinan su comportamiento productivo y calidad de la fruta. Las tecnologías generadas buscan incrementar la productividad con el fin de cubrir la demanda nacional y ampliar las posibilidades de exportación.

1. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la interacción del riego y fertilización sobre el rendimiento y calidad de lima ácida Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar la influencia del riego suplementario y niveles de fertilización en el rendimiento y la calidad de lima ácida Tahití, buscando establecer la mejor interacción.
- Definir el coeficiente del cultivo (K_c), más conveniente en la etapa productiva.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO

Las limas proceden, muy probablemente, de las zonas tropicales del archipiélago Malayo. Estas se dividen en dos grupos: limas ácidas y limas dulces, de las cuales solo las primeras tienen interés comercial (Agustí, 2003). La lima ácida 'Tahití' pertenece a la familia Rutaceae, subfamilia Aurantioideae, tribu Citreae, subtribu Citrinae, género Citrus, especie Citrus latifolia (*Citrus latifolia*. Tanaka). Se trata de árboles vigorosos, con tendencia a la verticalidad, crece hasta una altura de 6 a 7 metros. El rango de crecimiento es reducido en periodos de clima frío, aunque algunos árboles crecen durante todo el año, tienen muchas espinas. Sus hojas son largas y elípticas y muy aserradas en las proximidades del ápice. Los pétalos de las flores son de color blanco y curvado hacia el eje de la flor. Este cultivo está restringido a las zonas de trópico y a las áreas subtropicales húmedas calurosas (Agustí, 2003).

Respecto a las exigencias edáficas del cultivo, los cítricos pueden crecer bajo condiciones edáficas muy diferentes, desde suelos pedregosos, muy pobres, hasta suelos arcillosos y pesados. Sin embargo, no significa que el cultivo se adapte igual en todas ellas. Estos se presentan óptimos en suelos arenosos profundos y suelos francos, siempre que la luz, la temperatura, los elementos minerales y el agua no sean limitantes. Por el contrario, los suelos impermeables y muy arcillosos dificultan su crecimiento. Cuando la proporción de arcilla es superior al 50%, el crecimiento de las raíces se ve seriamente restringido (Agustí, 2003).

Los suelos arcillosos absorben gran cantidad de agua, que la retienen con facilidad, mostrando propiedades coloidales. Cuando se secan pierden mucho volumen, se endurecen y se agrietan, originando roturas en los pelos radiculares que retardan el desarrollo del árbol y producen su debilitamiento. Este efecto adquiere particular importancia durante los primeros años del desarrollo de la planta. Los frutos de los árboles cultivados en suelos arcillosos son, en general, de menor tamaño, de piel más gruesa y rugosa, menos jugosos, con mayor cantidad de sólidos disueltos en el zumo y de vitamina C, y de maduración tardía, por la elevada acidez de éste. Este último aspecto, junto con las características de su corteza, son la causa de la mayor resistencia de estos frutos al manipulado y transporte (Agustí, 2003).

Por otro lado, en suelos arenosos no existe actividad química, carece de propiedades coloidales, y por lo tanto de capacidad de retención de agua. Las partículas se ajustan entre sí y dejan entre ellas grandes espacios, lo que facilitan la circulación de aire y agua. Como consecuencia de ello, los suelos arenosos son permeables, secos, sueltos y pobres. Son capaces de retener muy poca agua, por lo que su calor específico es muy bajo y, por tanto, se calientan con mucha facilidad. Este calentamiento y la fácil aireación facilitan la nitrificación. Este tipo de suelos exalta la precocidad y la calidad de las cosechas. Los frutos en este caso son, de buen tamaño, de corteza fina, más jugosos, aunque de zumo menos rico en sólidos solubles y menos ácido. Pero estos frutos son

menos resistentes al manipulado y transporte que los procedentes de árboles cultivados en suelos arcillosos. Los suelos más adecuados para el cultivo de cítricos son los que presentan una proporción equitativa de elementos finos (arcilla y limos) y gruesos (arenas), con lo que asocian las cualidades de los suelos pesados y ligeros, es decir, un buen poder de retención y una buena permeabilidad. Son, por tanto, suelos bien drenados, pero con una adecuada retención de la solución acuosa del suelo, lo que garantiza la buena nutrición de los árboles (Agustí, 2003).

En general, los cítricos tienen fama por su alto contenido de vitaminas, azúcares y sales, especialmente la vitamina C, la cual se halla en la pulpa y el zumo; por esto es que al limón y a la lima ácida se les atribuye una extraordinaria acción terapéutica preventiva y curativa en perturbaciones intestinales, hepáticas, estados febriles gripales, inflamaciones, arteriosclerosis, y en especial en todos los casos de escorbuto y carencias similares. Los usos principales son: Aceites esenciales o esencias, Jugos integrales (enlatados), Jugos concentrados (congelados), Jugos refrigerados, Melaza, Harina de citrus, Pectina, Ácido cítrico, Alcohol etílico, Cáscara cristalizada, Fermentos, Pulpa lavada. (PROEXANT, 2007).

2.2 SITUACIÓN MUNDIAL

El 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. Resultados de estudios sobre fertilización en limón péricarpo o Tahití, han demostrado que el aumento de las aplicaciones de nitrógeno, incrementan la producción de frutos, contenido de aceite en la cáscara y que además retarda la maduración de los frutos (Kooet *al.*, 1974, Magalhaes *et al.*, 1984 citado por Rodríguez 2002).

Alves (2006), trabajó en Piracicaba estado de Sao Pablo, Brasil, los requerimientos hídricos y la respuesta a cinco niveles de riego en cultivares jóvenes de Lima Tahití. Determinó por medio de un lisímetro de pesaje que el Kc para los primeros cuatro años fue de 0.57, 0.73, 0.86 y 1.22 respectivamente. Evaluó 5 niveles de riego (sin riego, 25, 50, 75 y 100% de la Evapotranspiración del cultivo - Etc) y determino que el mejor desempeño se alcanzó con el nivel del 100% de Etc. También determino que el estrés hídrico en las plantas jóvenes de lima Tahití estimula el crecimiento horizontal de las raíces y que la productividad se incrementó con todos los tratamientos, pero el más eficiente en producción por volumen de agua aplicado fue el del 25% Etc.

Silva, *et al.* (2005) en Brasil, observo efectos negativos en el desarrollo vegetativo, productivo y en la calidad de frutos formados en cultivares de limas acidas que fueron sometidos a estrés hídrico y recomendó mantener el suelo a un potencial mayor a -0.6 MPa para evitar el estrés hídrico en cultivares de lima acida Tahití.

Coelho, *et al.* (2004) en Brasil, reportaron que el método de riego más apropiado para cultivos de cítricos es el riego localizado de alta frecuencia, ya que entre sus ventajas está la alta eficiencia de aplicación, baja presión y facilidad de operación; también muestra

como debe ser la distribución del riego, en especial la cantidad de goteros por planta, según el tipo de suelo. Determinaron las necesidades hídricas de la lima ácida Tahití que oscilan en 36 L/planta-día, en invierno y 90 L/planta-día en verano.

Díaz *et al.* (2004) en Venezuela, evaluaron el efecto de la fertilización sobre el rendimiento y la calidad de frutos de lima Tahití. Los frutos provenían de plantas de 4 años de edad injertadas sobre el patrón volkameriano las cuales fueron sometidas a diferentes dosis de fertilización, bajo condiciones de secano. El rendimiento de frutos fluctuó de 17.84 a 16.80 kg / árbol. Los mayores valores para las variables referentes a calidad: peso, diámetro, longitud, grosor de la cáscara y contenido de jugo, se obtuvieron con la aplicación de 279g de Cosechero (12-12-17-2) 41.85 g de HydrofosPremiun (10% N, 50%P), 340 g Sulpomag (22-17-22) y 255 g Nitrato de Calcio + Boro. Recomendó bajo condiciones de secano aplicar la menor dosis de fertilización.

Alva *et al.* (2006) estudiaron la interacción entre nitrógeno y las practicas de riego en cítricos en suelos arenosos para mantener la productividad y el desarrollo del cultivo minimizando la lixiviación de nitratos en la zona de raíces. Encontraron que la mejor dosis de nitrógeno en un rango de 112 a 280 kg/ha-año aplicados por fertirriego. El manejo de la humedad en el suelo para la programación de riego se realizó por tensiómetro. Se encontró que para producir un Mg de fruta se necesitan alrededor de 2.2 a 2.6 Kg de nitrógeno a través de cuatro fuentes.

Quaggio *et al.* (2002) Determinaron las relaciones cuantitativas de la producción del limón y de la calidad de fruta con la fertilización de NPK. Encontraron a partir de análisis foliares que las proporciones de N-P-K para la máxima producción en las condiciones de campo fueron 15-18, 1.8-2.2 y 15-20 g/kilogramo respectivamente. Las características de la calidad de fruta fueron afectadas por tasas de nutrientes solamente después del segundo año del uso del fertilizante. El fósforo y el potasio eran los nutrientes más eficaces para aumentar tamaño de la fruta. Se observó efectos negativos de N y de K en el contenido del aceite esencial de frutas, mientras que P promovió una tendencia positiva. El efecto del uso de P en la concentración del aceite fue relacionado directamente sobre el grosor de la cáscara.

2.3 SITUACIÓN NACIONAL

En Colombia se han realizado investigaciones en temas como virus de la tristeza, CTV, estudios de mercado, zonificación, manejo del fruto en poscosecha, pero en lima Tahití (*Citrus latifolia*. Tanaka) y su interacción con necesidades hídricas y nutricionales se reportan muy pocos trabajos.

Según Caicedo (2000) en El Espinal, en un huerto comercial de limas ácidas, de seis meses de trasplantedo, limas ácidas calculó las necesidades hídricas en términos de evapotranspiración, realizando un balance hídrico. Encontró que entre los 6 y 12 meses después del trasplante, las necesidades de agua son de 3,04 mm/d; entre los 13 y 18 meses de 3,34 mm/d, mientras que entre 19 y 30 meses, cultivo en producción, se requirieron en promedio 4,72 mm/d de agua. Igualmente, obtuvo valores de coeficiente del cultivo, Kc, como la relación entre la evapotranspiración y la evaporación del tanque clase

A en las tres etapas mencionadas: Kc: 0,45-0,5 (6-12 meses), 0,6-0,65 (13 -18 meses y 0,85-0,9 (más de 18 meses).

Vargas, (CORPOICA, 2000) evaluó en un huerto de dos años en la localidad del Guamo, Tolima, dos fuentes de Nitrógeno (urea y Sulfato de amonio), dos de Fósforo (Superfosfato triple y fosfato de amonio) y dos de Potasio (cloruro de potasio y sulfato de potasio). Las dosis utilizadas por año fueron de 144 kg/ha de N, 42 kg/ha de fósforo y 144 kg/ha de potasio, fraccionada en tres aplicaciones cada cuatro meses. Se presentaron diferencias significativas estadísticas entre las fuentes de potasio, obteniendo el mejor rendimiento en peso, 13,3 t/ha con sulfato de potasio. No encontró diferencias significativas, entre estas dos fuentes en lo relacionado con la calidad del fruto. La mejor fuente de N fue el sulfato de amonio con un rendimiento de 12,1 t/ha. Tampoco encontró diferencias entre las fuentes de fósforo. Estos resultados corresponden a la iniciación de la etapa productiva del cultivo, por lo que no se pueden tomar como recomendaciones para un huerto con producción estable.

2.4 CALIDAD DE FRUTA LIMA ÁCIDA TAHITÍ

La norma técnica de calidad del fruto NTC-4087, establece los requisitos que debe cumplir la lima ácida Tahití, destinada para el consumo en fresco o como materia prima para procesamiento.

Entre los parámetros evaluados en la presente investigación se encuentran:

2.4.1 Calibre

Se determina por el diámetro de la sección ecuatorial del fruto expresado en milímetros (mm), según la siguiente escala (Tabla 1):

Tabla 1. Calibres de la lima Tahití

Diámetro (mm)	Calibre	Peso promedio (g)
≥ 68	A	179
67 - 60	B	132
59 - 50	C	90
49 - 43	D	61
≤ 42	E	42

Calibre mínimo: se excluyen las frutas que tengan menos de 38 mm de diámetro ecuatorial.

2.4.2 Requisitos Generales

Todas las categorías de lima Tahití deben estar sujetas a los requisitos y tolerancias permitidas. Además, deben tener las siguientes características físicas:

- Los frutos deben estar enteros.
- Deben tener la forma característica de la lima Tahití.
- Deben presentar cáliz.
- Deben estar sanas (libres de ataques de insectos y/o enfermedades, que demeriten la calidad interna del fruto).
- Deben estar libres de humedad externa anormal producida por mal manejo en las etapas poscosechas (recolección, acopio, selección, clasificación, adecuación, empaque, almacenamiento y transporte).
- Deben estar exentas de cualquier olor y/o sabor extraño (provenientes de otros productos, empaques o recipientes y/o agroquímicos, con los cuales hayan estado en contacto).
- Deben presentar aspecto fresco y consistencia firme.
- Deben estar exentas de materiales extraños (tierra, polvo, agroquímicos y cuerpos extraños) visibles en el producto o en su empaque.

Los residuos de plaguicidas no deben exceder los límites máximos establecidos en el Codex Alimentarius o los exigidos por el país destino.

2.4.3 Requisitos específicos

- Contenido de jugo: para la lima Tahití el contenido mínimo de jugo a partir del color 0 (fruto de color verde oscuro bien desarrollado) es de 27%.
- Acidez titulable: el valor máximo de porcentaje de ácido cítrico, a partir del color 0 es de 5% de ácido cítrico. Para su comercialización se debe tener en cuenta que la lima Tahití es un fruto no climatérico, es decir, que al ser cosechado, presenta una disminución de la tasa de respiración, ocasionando cambios poco notorios principalmente en los contenidos de azúcares y ácidos. El grado de madurez debe permitir la manipulación y el transporte de los frutos sin deterioro alguno hasta su destino final.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó dentro del proyecto “Opciones de Manejo del Agua y la Nutrición para una Producción Sostenible de Lima Ácida Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka) en Colombia”, ejecutado por la Corporación colombiana de investigación agropecuaria (CORPOICA C. I. Palmira), aprobado en la convocatoria nacional de investigación 2008 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR).

3.1 LOCALIZACIÓN

Para el desarrollo de la fase experimental se seleccionaron tres huertos, cada uno en una localidad diferente: Lebrija (Santander); Espinal (Tolima) y Santo Tomás (Atlántico); consideradas como las más productoras del país para la lima ácida Tahití (Figura 1), y en cada departamento el municipio de mayor área sembrada. Las evaluaciones se realizaron desde enero de 2010 a junio de 2011.

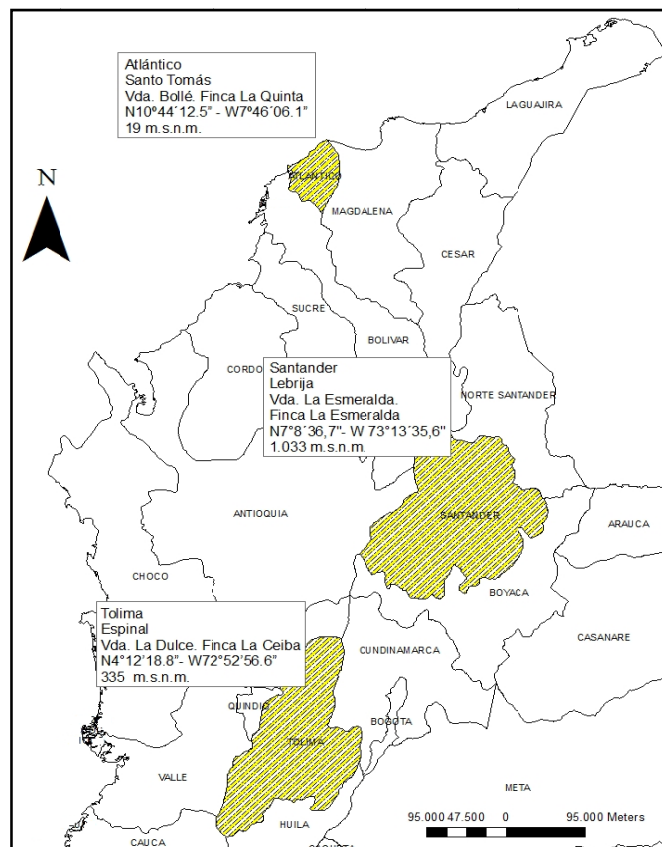


Figura 1. Zonas de estudio

3.2 DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO

3.2.1 Diseño experimental

Para evaluar el efecto combinado de las láminas de riego y niveles de fertilización se utilizó un diseño experimental de bloques, en arreglo de parcelas divididas, donde la parcela principal correspondió a los regímenes de riego y las sub-parcelas a los niveles de fertilización. La unidad experimental correspondió a cuatro plantas de lima acida Tahití con tres repeticiones, en total se evaluaron 9 tratamientos (Figura 2).

3.2.2 Descripción de los tratamientos

Las láminas de riego evaluadas se describen a continuación:

- Lámina 1: Aplicación de una lámina de agua igual al 100% de la ETo.
- Lámina 2: Aplicación de una lámina de agua igual al 70% de la ETo.
- Lámina 3: Aplicación de una lámina de agua igual al 50% de la ETo.

Los niveles de fertilización evaluados se describen a continuación:

- Nivel de Fertilización 1: 100% química según análisis del suelo y requerimientos nutricionales de lima acida Tahití.
- Nivel de Fertilización 2: el doble de lo recomendado según el análisis de suelos
- Nivel de Fertilización 3: la fertilización utilizada por el productor

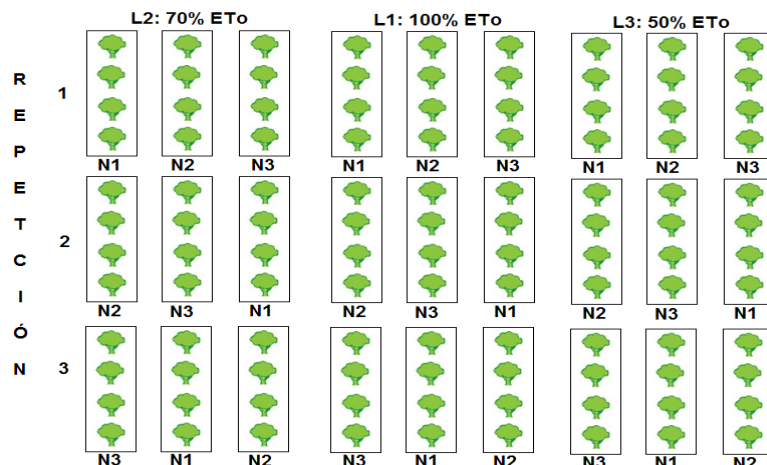


Figura 2. Arreglo experimental de los tratamientos en campo

3.2.3 Instalación del experimento

En la localidad Espinal (Tolima), el experimento fue instalado en un huerto de siete años con 35 ha en el cual hay 9000 árboles de lima ácida Tahití, distribuidos a distancia de 6m x 6m tomando para el experimento 135 árboles(Figura 3).



Figura 3. Localidad Espinal – Tolima

En el caso de la zona Oriente del país, donde se localiza el municipio de Lebrija (Santander), como una zona productora de lima ácida Tahití, el proyecto fue instalado en la finca la Esmeralda, vereda La Esmeralda, propiedad del Sr. Hernando Ortiz, quien representa legalmente a la asociación de productores de frutas de Lebrija, Santander ASOHOFRUTAL. (Figura 4)

La finca tiene una extensión de 7 hectáreas, en un relieve completamente escarpado con una pendiente del 60%, cuyo cultivo de lima ácida Tahití fue sembrado en terrazas a través de la pendiente de manera escalonada y se tienen huertos de 3, 6 y 10 años. El experimento fue instalado en un huerto de 2100 árboles, tomando para éste 196 individuos.



Figura 4. Localidad Lebrija – Santander

El huerto de la finca La Quinta (Santo Tomas - Atlántico), Vereda Bollé tiene tres años de edad, una extensión de 18 ha. El cultivo se sembró a una distancia de 7 x 5m, para un total de 5130 individuos, de los cuales 135 pertenecen al experimento. Físicamente son árboles con una altura promedio de 2.72 m, diámetro medio de copa de 3.38 m. (Figura 5)



Figura 5. Localidad Santo Tomas – Atlántico

3.3 CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

3.3.1 Suelos y clima

Para caracterización del huerto y determinación de los niveles de fertilización fue necesario realizar la caracterización física y química del suelo en donde se establecieron los experimentos. Se realizó un muestreo diagonal en el lote experimental con cinco puntos, se les tomaron muestras de suelo de 0-10, 10-20 y 20-40 cm de profundidad, las muestras se enviaron al laboratorio de suelos de CORPOICA, donde se efectuó su respectivo análisis químico completo y físico.

Para la caracterización climática se obtuvo el historial de la estación más cercana a la zona de las variables influyentes en el proyecto como lo son: precipitación, evaporación, humedad relativa, brillo solar y velocidad del viento. Se instaló en cada huerto un pluviómetro y un tanque evaporímetro clase A, por un periodo de dos años.

3.4 PROGRAMACIÓN DE LAS LÁMINAS DE RIEGO

Las tres láminas de riego se aplicaron utilizando el método del balance hídrico, el cual es similar a llevar una contabilidad del agua en el suelo donde se comparan las ganancias y las pérdidas de humedad. El suelo aumenta su contenido de humedad cuando ocurre un evento de precipitación (P) o cuando se le aplica agua superficialmente por medio del riego R . A nivel de campo, también ocurren ganancias de humedad por contribución del nivel freático (NF), o flujo subsuperficial desde áreas cercanas. Las pérdidas de humedad del suelo son la evapotranspiración del cultivo (Etc) y pérdidas por percolación profunda (Pp). El balance entre las ganancias y las pérdidas de humedad determina los cambios en el contenido de humedad del suelo (ΔHS) durante un período de tiempo especificado. Al expresar el balance en forma matemática se tiene la ecuación 1:

$$\Delta HS = Pe + R + NF - Etc - Pp \text{ (Ecuación1)}$$

Donde:

ΔHS : contenido de humedad del suelo en un tiempo

Pe : precipitación efectiva

R: riego

NF: nivel freático

ETc: evapotranspiración del cultivo

Pp: percolación profunda

En zonas donde el nivel freático está profundo y asumiendo que no existe percolación profunda, la ecuación 2, se puede simplificar a la siguiente expresión:

$$\Delta HS = Pe + R - Etc \text{ (Ecuación2)}$$

El contenido de humedad del suelo y los otros parámetros incluidos en la ecuación del balance hídrico, generalmente se expresan en términos de la lámina de agua (Torres, *et al.*, 1996). Como la evapotranspiración del cultivo ET_c se entiende la ET que presenta un cultivo desde su siembra hasta la cosecha, ocupando toda el área disponible, sin restricciones de humedad en el suelo. Se determina mediante la siguiente ecuación:

$$ET_c = K_c \times ET_o \text{ (Ecuación3)}$$

Donde:

K_c : uso consuntivo del cultivo el cual varía en cada etapa fenológica del cultivo (No se conoce para lima ácida Tahití, en condiciones de campo para Colombia).

ET_o : evapotranspiración de referencia (mm/día)

ET_o se estimó mediante la evaporación medida desde el tanque evaporímetro clase A, y un factor llamado coeficiente de corrección de K_p del tanque, como se muestra en la ecuación 4.

$$ET_o = K_p \cdot EV \text{ (Ecuación4)}$$

Se instalaron tanques evaporímetros clase A (Figura 6) y pluviómetros, en cada localidad para realizar un balance hídrico diario y saber qué lámina aplicar correspondiente a cada nivel de riego. El balance hídrico se calcula con una hoja de cálculo (Anexo A) programada para el experimento, cuya salida o respuesta es la lámina diaria a aplicar y el tiempo de apertura de cada válvula según el porcentaje de ET_o , o tiempo de riego. Para aplicar las láminas de riego se utilizó un sistema de riego localizado, el cual se definió teniendo en cuenta la caracterización de cada huerto.



Figura 6. Instalación de tanque evaporímetro Clase A.

Una vez identificado el huerto, se procedió al reconocimiento de la infraestructura hídrica, las fuentes de agua y los equipos que componían el cabezal de riego para identificar las necesidades en cada localidad. Para las localidades del Espinal y Lebrija se utilizaron goteros y para la localidad Santo Tomas se utilizó microjet.

- Espinal, Tolima.

En la finca La Ceiba se encuentra instalado desde la fuente un sistema de riego cuya tubería principal tiene un diámetro de 2", ésta recorre el huerto y es organizada en módulos para regar las 35 hectáreas que comprende la plantación. El sistema de conducción continúa desde la tubería principal con una línea de riego en manguera de polipropileno de 1/2", a su vez el sistema de emisión consta de cuatro goteros por árbol, con un caudal de 12L/h. Tal como se mencionó anteriormente la fuente hídrica está representada por la quebrada La Dulce, la cual es represada para el abastecimiento de un reservorio. Para el experimento se instalaron tres válvulas (Figuras 7 y 8), cada una controla la aplicación de una lámina determinada.

El sistema de emisión consta de dos líneas de manguera PE para cada línea de árboles, en las cuales se instalaron 4 goteros de 8L/h por árbol, dos goteros en cada línea. De ésta manera se tiene una emisión apropiada al tipo de suelo, que tratándose de una arena consolidada, compactada, impide una rápida infiltración inicial, más al saturarse aumenta la conductividad hidráulica disminuyendo la capacidad de almacenamiento.

Con este tipo de emisores lo que se logra es una adecuada distribución del agua, abarcando el área de raíces y sin generar escorrentía.



Figura 7. Detalles instalación sistema de riego. Experimento Espinal, Tolima.

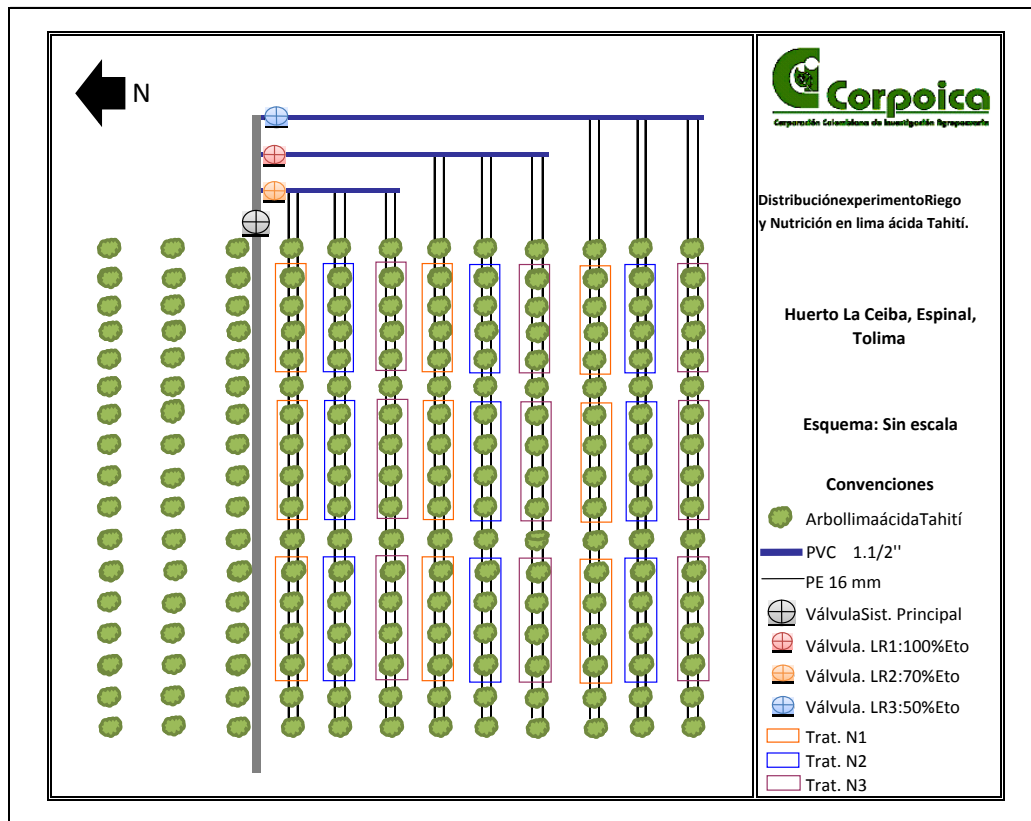


Figura 8. Distribución en campo experimento. Espinal, Tolima.

- **Lebrija, Santander.**

La finca La Esmeralda está ubicada en una zona escarpada, en la cual se deben hacer adecuaciones del terreno para la instalación de los cultivos. Se observa en el huerto la construcción de terrazas al través de la pendiente, sobre las cuales se ubican los árboles. Asimismo el manejo cuidadoso de la cobertura, que hace las veces de mulch para evitar procesos erosivos severos. Sin embargo el tipo de suelo y el exceso de lluvia hacen que las labores preventivas en algunos casos no sean suficientes.

En algunos períodos del año el productor precisa del uso del riego, dada la variabilidad y espaciamiento de los eventos de precipitación. Para suplir la demanda hídrica en estas épocas, en la finca se ha construido un reservorio (Figura 9) desde el cual una línea principal, tubería PE de 2", la cual conduce el agua hasta los lotes, derivando a módulos también en PE de 2", desde los cuales se adaptan mangueras con goteros integrados de 2L/h, ubicados en línea en un solo lado del árbol; distribución que no abarca toda la zona de raíces.



Figura 9. Detalle del sistema de riego. Lebrija, Santander.

La ubicación del huerto en zona de pendiente, beneficia la distribución del agua a través del huerto, sin requerir una fuente de potencia para hacerlo, lo cual minimiza el uso de energía en las labores agrícolas (Figura 10).

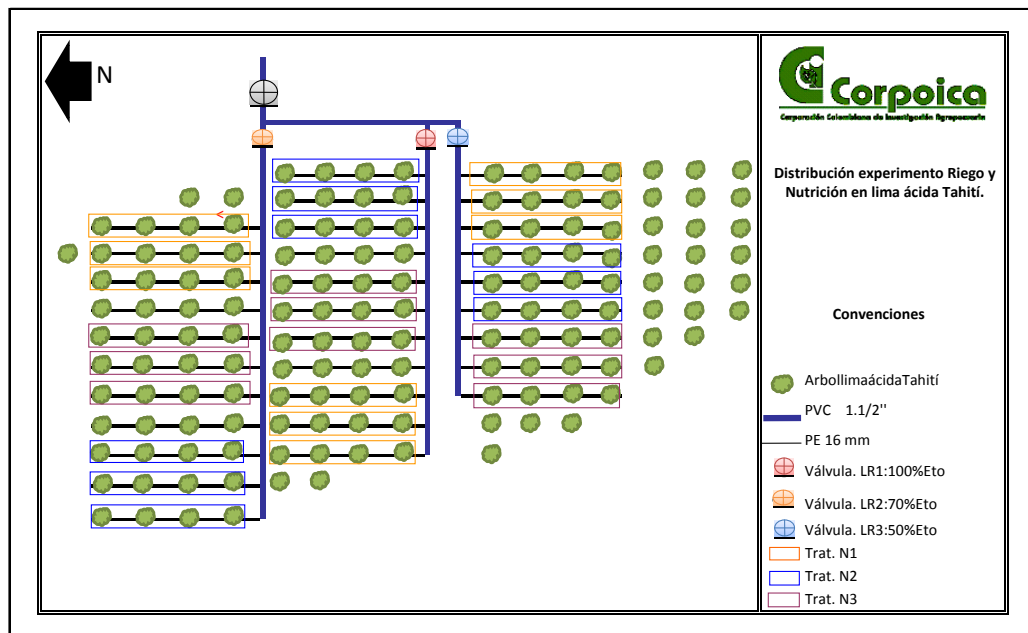


Figura 10. Distribución en campo experimento. Lebrija, Santander.

Es preciso entonces recordar que, la planta capta el agua y los nutrientes disueltos en ella a por la raíz, y que si no se cubre toda el área ésta, muy posiblemente se deje de cumplir con el objetivo del riego. Para mejorar la situación, en el experimento, se planteo para el huerto de La Esmeralda la ubicación de tres válvulas a partir de la tubería principal del huerto, con adaptaciones que disminuyen el diámetro a 1.1/2", desde la cual se instaló

una línea que forma un círculo alrededor del tallo y cubre el área de raíces, con 4 goteros de 4L/h. En este caso fue recomendable usar goteros de baja emisión ante la alta probabilidad de escorrentía superficial e interna. En este caso los tiempos de riego pueden ser más largos, sin embargo por no requerir fuente de potencia, el uso de energía eléctrica no es un limitante.

- **Santo Tomás, Atlántico**

La finca La Quinta, posee un sistema de riego distribuido en toda la explotación de lima ácida “limón pajarito”, desde la cual se hace la extensión al lote de lima ácida Tahití. Para el productor el cultivo de mayor representatividad es el limón pajarito, por lo cual a éste se da prioridad en la labores de riego. En cada árbol, ya sea de lima ácida Tahití o de limón pajarito, se encuentra un emisor, manguera de 0,3 mm (Figura 11), sin ningún dispositivo graduado que permita conocer el caudal aplicado. Este emisor se ubica en un solo punto del área de raíz y se aplica el riego durante dos horas, según información del administrador.



Figura 11. Sistema riego La Quinta, Santo Tomás.

En esta finca tampoco se tienen en cuenta los conceptos: humedecimiento de toda el área de raíz, medición del caudal aplicado y el mejor emisor para el tipo de suelo. Se considera que para la finca La Quinta poner especial cuidado en humedecer toda el área es fundamental, dado que con el tipo de emisor que se tiene la mayor parte del agua aplicada sufre percolación profunda, en tanto que el bulbo de humedecimiento para este tipo de suelos es vertical y el área mojada es mínima. Dado lo anterior se decidió ubicar un microaspersor de alto caudal 20L/h, que abarcara la zona de raíces, con la posibilidad de movimiento del mismo alrededor de ésta a través de la manguera conductora, PE 0,6 mm (Figura 12).

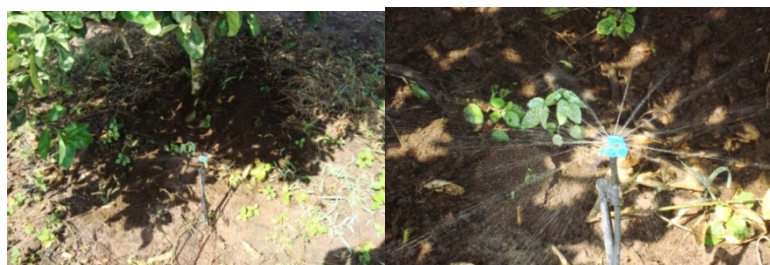


Figura 12. Sistema de microaspersión. La Quinta, Santo Tomás.

Con este sistema es posible cubrir toda el área de raíces y asegurar un almacenamiento de agua dado que el principio de microaspersión, permite la emisión de pequeñas gotas, que no causan erosión ni escorrentía, aún menos en el suelo arenoso de la finca La Quinta.

En la figura 13, se puede observar la distribución en campo del sistema de riego instalado en la finca La Quinta. El sistema parte de una válvula de 2" instalada sobre la tubería principal del huerto, que a su vez parte de un cabezal de riego con una bomba de 10 HP, que extrae agua desde un pozo profundo.

Tal como en los otros huerto y como reza el proyecto se instalaron tres tratamientos de riego, controlados por tres válvulas de 1.1/2".

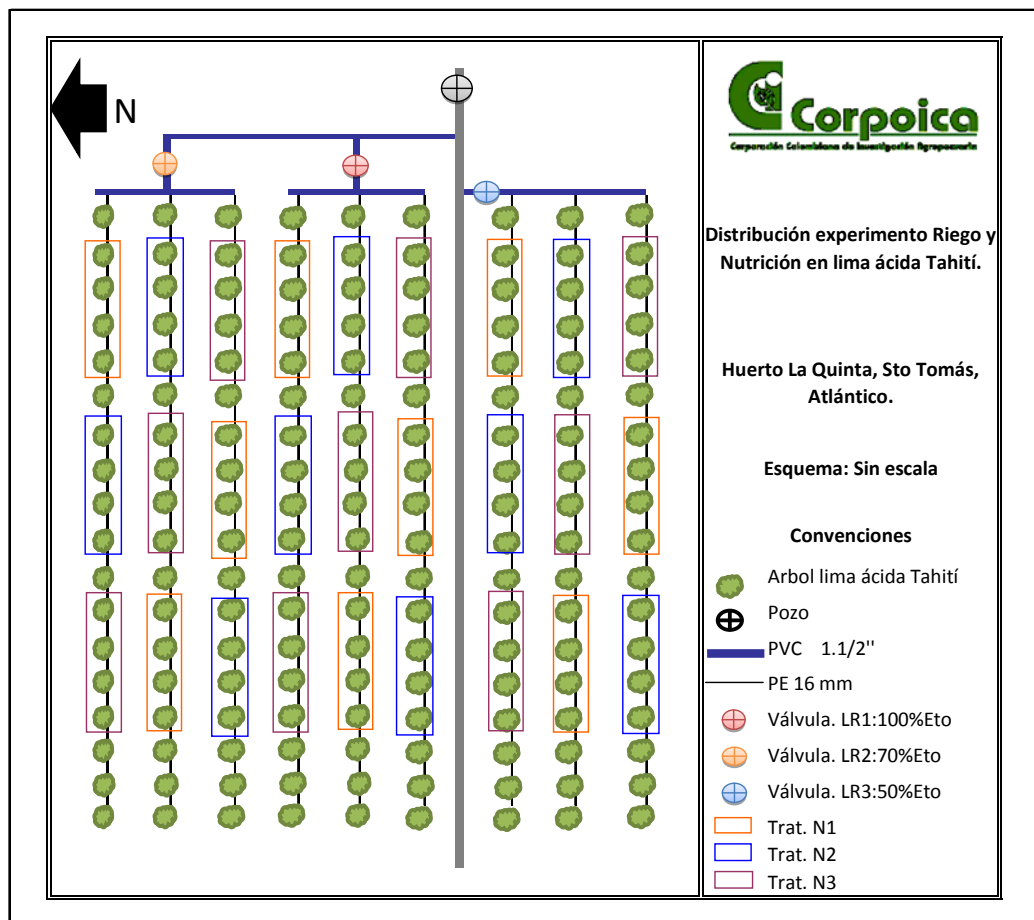


Figura 13. Distribución en campo experimento. Santo Tomás, Atlántico.

3.5 DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN

Los niveles de fertilización fueron calculados a partir de los análisis de suelos de cada huerto y los requerimientos nutricionales indicados por Corrales (2002) (Tabla 2).

Tabla 2. Niveles adecuados en el suelo para cítricos, según Corrales (2002).

Parámetro	Rango adecuado
pH	5 – 6.5
MO	4 – 8 %
FOSFORO	8 – 10 ppm
AZUFRE	10 – 15 ppm
CALCIO	3 - 4 meq/100g
MAGNESIO	0.8 - 1.2 meq/100g
POTASIO	0.3 - 0.4 meq/100g
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

Los niveles de fertilización evaluados se describen a continuación:

- **Nivel de fertilización 1:** plan de fertilización teniendo en cuenta la caracterización de cada localidad, la disponibilidad de nutrientes en el suelo y los análisis foliares, para observar las deficiencias que pueda tener el cultivo.
- **Nivel de fertilización 2:** el doble de lo que se aplica en el nivel de fertilización 1.
- **Nivel de fertilización 3 (Productor):** fertilización utilizada por el productor de cada localidad.

3.6 VARIABLES DE RESPUESTA

Las variables evaluadas fueron: producción por planta, rendimiento, peso del fruto, diámetro ecuatorial y polar del fruto, grosor de la cascara, peso del jugo, porcentaje de jugo, acidez, sólidos solubles y contenido de vitamina C. A continuación se describe la metodología para determinar cada una de estas variables:

Producción y rendimiento: La cosecha se realizó manual cuando el fruto alcanzaba su periodo de madurez fisiológica, para el estudio se tomaron en cuenta las unidades experimentales correspondientes a cada tratamiento de fertilización y riego. Dentro de las variables de cosecha se tuvieron en cuenta el peso de los frutos y la caracterización física y química por unidad experimental. Los rendimientos se estimaron en Kg/planta, Kg/tratamiento y t/ha teniendo en cuenta la densidad de siembra de cada localidad.

Calidad del fruto: para determinar la calidad del fruto se realizó la caracterización física y química a tres frutos por planta (unidad experimental), elegidos aleatoriamente. Los parámetros físicos que se evaluaron son: peso del fruto, diámetro ecuatorial y longitudinal del fruto, espesor de la cáscara. El peso de la fruto se determinó utilizando una balanza electrónica, el diámetro del fruto y espesor de la cáscara se midió con un calibrador.

Los parámetros químicos que se evaluaron son: contenido de jugo, sólidos solubles (°Brix) y acidez titulable. Para determinar el contenido del jugo se extrajo manualmente (con la ayuda del exprimidor para cítricos) y su peso se relaciona con el del fruto, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\text{Contenido de jugo(\%)} = \frac{\text{Peso de jugo(g)}}{\text{Peso de fruto(g)}} * 100 \text{ (Ecuación 5)}$$

Los grados °Brix se medieron por medio de un refractómetro, para calcular la concentración de azúcar soluble (% sacarosa) en el jugo del fruto. La acidez se determinó por el método de titulación potenciométrica, el cual consiste en extraer 2 ml de jugo de cada fruto, luego, adicionarle 3 gotas de fenoltaleína y se agita titulando con la solución de hidróxido de sodio a una concentración de 0,405 N, hasta la obtención de una coloración rosa persistente, la acidez se expresa como porcentaje de ácido cítrico y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de acido citrico} = \frac{V1 * N}{V2} * k * 100 \text{ (Ecuación 6)}$$

Donde:

V1= Volumen de NaOH consumido (mL)
V2= Volumen de la muestra (2mL)
K= Peso equivalente del acidocitrico (0.064 g/meq)
N= Normalidad el NaOH (0.1meq/mL)

El contenido de vitamina C se determinó por el método de titulación con indicador coloreado, el cual consiste en extraer 2 ml de jugo, luego, adicionarle 2 ml de una solución con ácido acético glacial (solución 1) y 2 ml de una solución con ácido ascórbico con una concentración de 1.0 mg/ml (solución 2), después se agita titulando con una solución de bicarbonato de sodio y sal sódica de 2-6 diclorofenilindofenol (solución 2), hasta que se observa un cambio de color de azul a rosado. Se expresa como mg de vitamina C por 100 ml de zumo y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Factor de Corrección} = \frac{(2\text{mg Vitamina C} \times 1\text{ml solución 2})}{(\text{Volumen solución 2})} \quad (\text{Ecuación 7})$$

$$\text{Mg Vitamina C/100ml zumo} = \frac{(100 \times \text{FC} \times \text{Volumen solución 2})}{(2 \text{ ml zumo})} \quad (\text{Ecuación 8})$$

El proceso de medición de los parámetros físicos-químicos se muestra en la figura 14.

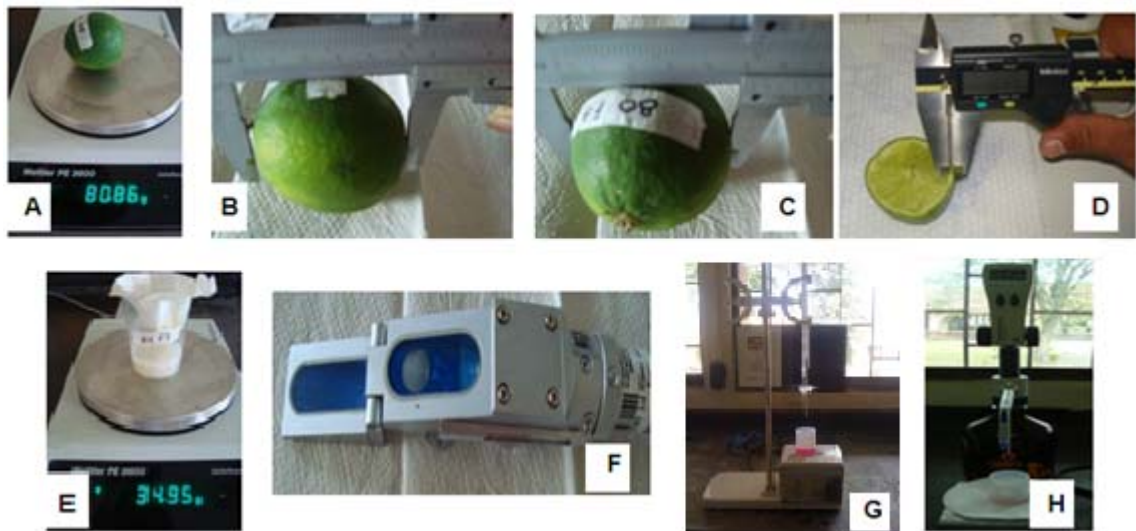


Figura 14. Proceso de medición de los parámetros físicos-químicos de lima acida Tahiti: A. peso del fruto, B. diámetro longitudinal, C. diámetro ecuatorial, D. espesor de la cascara, E. peso del jugo, F. medición de °Brix, G. medición de Acidez, H. medición de vitamina C.

3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Con el fin de comparar la influencia de las diferentes láminas de riego y niveles de fertilización en el rendimiento y calidad del cultivo, se realizó un análisis de varianza para las siguientes variables de respuesta: rendimiento y variables físico-químicas del fruto, utilizando el paquete estadístico StatiscalAnalysisSistem "SAS". La comparación de medias se realizó mediante la prueba de tukey con un nivel de significancia del 5%. Para identificar las variables que fueron afectadas significativamente por los tratamientos se realizó un análisis de componentes principales y otro de correlaciones.

3.8 COSTOS

Para realizar el análisis de costos de cada tratamiento se tuvo en cuenta el precio de aplicar la lámina de riego, de los fertilizantes y de la mano de obra invertida. El precio de aplicar la lámina de riego fue acorde con la información del personal de la Corporación Autónoma Regional de cada localidad. El costo de los niveles de fertilización se determinó con la base de datos de costos de insumos de cada región para el primer semestre del 2011.

Se realizó el análisis económico de cada interacción de riego y fertilización. Debido a que este trabajo busca ofrecer al agricultor recomendaciones adaptadas a sus condiciones, sin cambios radicales en su sistema de cultivo, en la evaluación económica no es necesario tener en cuenta todo el sistema de cultivo, por lo cual se calculó un presupuesto parcial según la metodología empleada por Lopera, *et al.* (1986). En la elaboración del presupuesto parcial se utilizaron los siguientes conceptos:

Rendimiento neto: es el rendimiento por hectárea medido en el campo.

Precio de campo: es el precio del producto en el mercado menos los costos de cosecha, almacenamiento en la finca, transporte y comercialización.

Beneficio bruto de campo: es el resultado de multiplicar cada producto por su respectivo precio de campo.

Precio de campo de un insumo: es el precio de compra de los insumos y otros gastos directos como transporte, empaques, etc.

Costos Variables: es la suma de los costos de campo de todos los insumos que son afectados en la decisión, en este caso la suma de precios de fertilizantes, costo del agua y costo de jornales de cada interacción riego y fertilización.

Beneficio neto: es el beneficio bruto de campo menos el total de los costos variables. La cifra de beneficio neto de campo presenta el valor que el agricultor otorga a la producción, menos el valor que otorga a aquellos insumos que el debe emplear para lograr esa producción.

Para calcular el beneficio bruto de campo se consultó en la secretaría de agricultura y pesca de cada región por el precio de una tonelada de fruta pagada al productor. El beneficio bruto es el resultado de multiplicar el rendimiento por el costo de la tonelada de maracuyá. El costo variable es el costo de la interacción riego y fertilización, el total de costos variables es la suma de los costos variables más el costo de la mano de obra necesaria para aplicar el riego y fertilizar. El beneficio neto es el beneficio bruto menos los costos variables totales.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

En la tabla 3 se muestran las características más importantes de las zonas de estudio como un resumen.

Tabla 3. Caracterización de las zonas de estudio.

CARACTERIZACIÓN	ESPINAL	LEBRIJA	SANTO TOMAS
Departamento	Tolima	Santander	Atlántico
Vereda	Agua blanca la dulce	La Esmeralda	La Bollé
Ubicación Geográfica	W 0.74° 52' 56.6" N 4° 12' 18. 8"	W 73° 13' 35,6" N 7° 8' 36,7"	W 7° 46' 06.1" N 10° 44' 12.5"
Altitud (m. s. n. m)	335	1033	19
Temperatura (°C) media	28	21.4	28
Precipitación (mm) media	1400	1350	950
Evaporación (mm) media	1990	990 mm	1763
Brillo solar (horas/día)	6	5.4	6.8
Humedad relativa (%)	72	85.2	70
Nombre de la finca	La Ceiba	La Esmeralda	La Quinta
Propietario de la finca	Fernando Escovar	Hernando Ortiz	Federico Charris
Área de la finca (ha)	35	7	18
Distancia de siembra (m)	6 x 6	6 x 6	7 x 5
Edad de cultivo (años)	7	6	3
Riego de la Finca	4 goteros-12 L/h – árbol	2 goteros-2 L/h – árbol	1 emisor- no se conoce caudal
Riego Proyecto	4 goteros-8 L/h – árbol	4 goteros - 4 L/h árbol	1 Microaspersor – 20 L/h arbol
Rendimiento finca (t/ha)	35 t/ha	25 t/ha	Iniciando producción
Cosechas/año	Todo el año	2	Iniciando producción

4.1.1 Clima y suelos

- **Espinal, Tolima.**

En relación con la información climatológica, la estación meteorológica IDEAM, más cercana, está ubicada en el aeropuerto Santiago Vila del municipio de Girardot (4° 16'58" N y 74° 47'60"W), que cuenta con los instrumentos de medición adecuados para la caracterización climatológica del huerto donde se ejecuta el proyecto.

- **Suelos:** El departamento del Tolima, se encuentra entre el piedemonte de la Cordillera Central y el río Magdalena, sobre abanicos o conos de deyección de grandes dimensiones, los más destacados de norte a sur, son los de Lérica - Venadillo, Ibagué, El Espinal - Guamo y Chaparral. Son suelos generados a partir de depósitos aluviales y materiales volcánicos. El municipio del Espinal, se encuentra en el abanico aluvial El Guamo-Espinal, caracterizado por una morfología plana, apta para explotaciones agrícolas, requiriendo un continuo manejo de la salinidad generada por la aplicación de riego suplementario con aguas subterráneas caracterizadas por su alta carga de carbonatos de calcio y magnesio.

Según el análisis de suelos practicado para las muestras tomadas en la finca La Ceiba, donde se encuentra instalado el experimento para ésta localidad, los suelos son predominantemente Franco-arenosos (FA), de 0 a 40 cm., máxima profundidad a la que se extrajo la muestra. Esta característica otorga propiedades de buen drenaje a los suelos, sin embargo, los altos contenidos de sales, afectan negativamente la estructura del suelo, volviéndolos masivos e impidiendo el drenaje natural, aunado esto a los bajos contenidos de materia orgánica, características verificadas en los resultados del análisis de suelos (Anexo B).

El promedio de densidad aparente en estos suelos (1.73 gr/cc) están dentro del rango alto de densidad aparente de acuerdo con la textura del suelo, y se consideran con alguna limitación para este cultivo ya que no permiten buen enraizamiento y anclaje a las plantas. Indica además éste valor un alto grado de compactación del suelo ya que la magnitud de la variable supera los valores promedio para suelos franco-arenosos. Este suelo presenta en la primera capa (0 -10cm), alta capacidad de infiltración y poca retención de humedad por lo tanto requiere de riegos con alta frecuencia y adición de materia orgánica a los árboles para mejorar la retención de humedad en la zona radical. Asimismo se considera la presencia de una capa compactada en el segundo horizonte que será necesario romper y acondicionar cuando se requiera la renovación del cultivo.

Por otra parte, en la finca La Ceiba, el pH es alto, mostrando propiedades alcalinas, las cuales impiden la descomposición de la materia orgánica. Se observan además limitaciones con el P y K, pero especialmente de elementos menores.

Se encuentran presentes microorganismos patógenos como *Fusarium solani*, *Pseudomonas* y nemátodos bacteriófagos y micófagos como *Dorylaimussp.* y *Mononchussp.*

- **Clima:** Los registros para el análisis climático de la zona donde se ubica el huerto experimental, Finca La Ceiba, Vereda Agua Blanca - La Dulce, municipio El Espinal; fueron tomados de la serie climática de 32 años de la estación del Centro de Investigación Nataima, Corpoica (Figura 15), a 9 Km del huerto experimental. La estación se encuentra a 415 m.s.n.m. registra una precipitación promedio anual de 1400 mm y una evaporación anual de 1990mm, incurriendo en un déficit hídrico durante todo el año, tal como se muestra en la figura 16.



Figura 15. Ubicación estación C.I. Nataima (Corpoica) y huerto experimental.
Fuente: <http://www.maplandia.com/Colombia>.

Tanto el C.I. Nataima como la finca La Ceiba, hacen parte de la clasificación zona de vida (Holdrige, 1957), bosque seco tropical (bs-T). La temperatura media (T) reportada en la estación es de 28°C; el brillo solar (BS) 6 h/día y una humedad relativa (HR) de 72%.

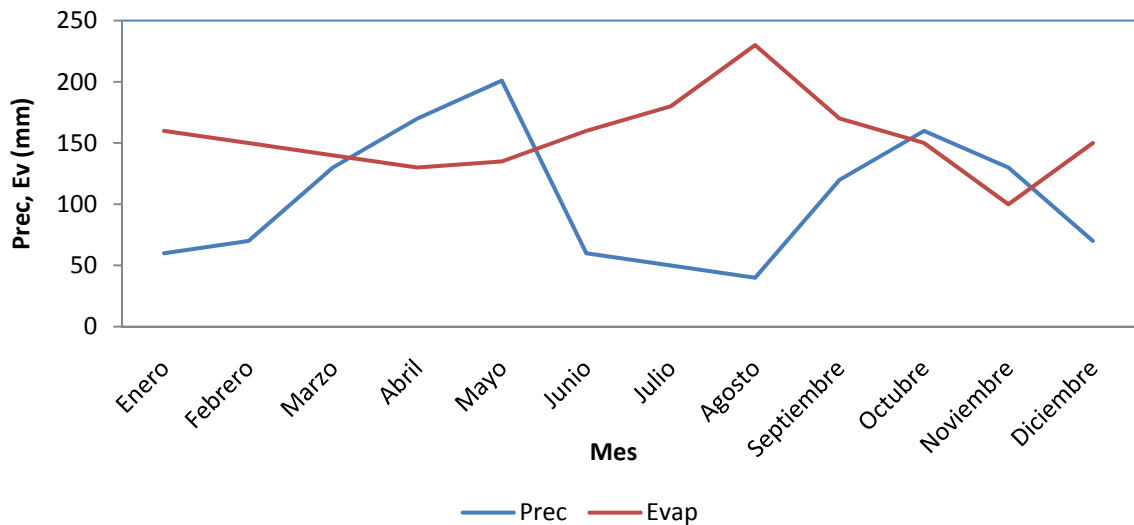


Figura 16. Balance hídrico-climático estación C.I. Nataima (Corpoica).

Este déficit hídrico obliga a los productores a aplicar grandes riegos con frecuencias muy altas para el desarrollo exitoso de explotaciones agrícolas, aún más dada la tradición arrocera de la región. Es así como el uso de aguas de poca calidad, con altos contenidos de sales han convertido grandes extensiones de tierras productivas en bastas zonas salinas.

El comportamiento de la precipitación y evaporación durante el periodo de evaluación se muestra en la figura 17. En el año 2009 se presentó todo el año un balance hídrico negativo, mientras que en los años 2010 y 2011 hubo periodos donde la precipitación supero la evaporación.

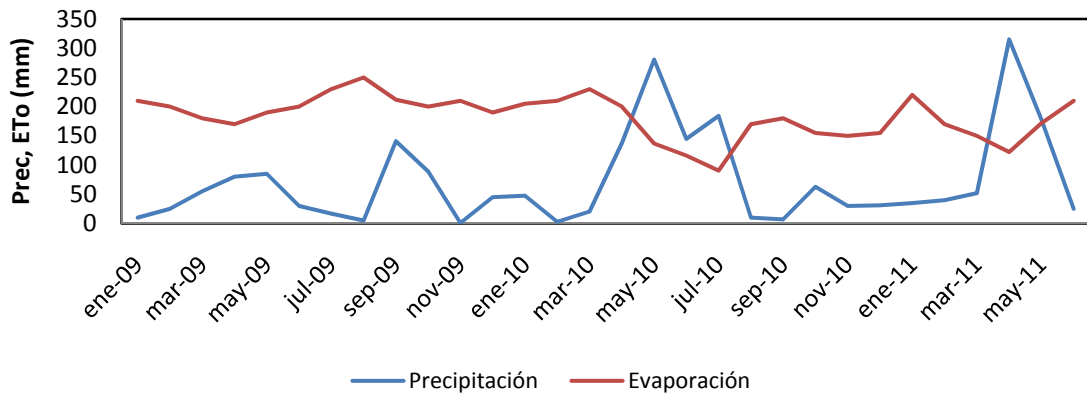


Figura 17. Balance hídrico-climático durante el experimento en Espinal – Tolima.

- **Lebrija, Santander**

La estación climatológica IDEAM, más cercana es la del aeropuerto de Palonegro, de Lebrija, la cual cuenta con registros de 11 años de variables como: temperatura media, máxima y mínima, precipitación, evaporación, velocidad de viento, Humedad relativa media diaria.

- **Suelos:** el municipio de Lebrija se ha consolidado sobre 17 formaciones litológicas de origen sedimentario, generadas a partir de los eventos de transgresión y regresión marina, orogenia y procesos denudacionales. Estas rocas descansan discordantemente sobre unidades paleozoicas y sus edades de formación van desde el periodo Triásico hasta el Terciario; exceptuando los recientes depósitos cuaternarios, entre los que se incluyen extensos coluviones y planicies aluviales (Velandia *et al.*, 1977).

De acuerdo con el análisis de suelos, el huerto de la finca La Esmeralda posee suelos arcillo arenosos en los primeros 10 cm y arenosos a una profundidad mayor a 20 cm. Esta característica aunada a las fuertes pendientes favorecen los procesos de drenaje, desencadenando problemas de erosión, ya que son suelos “suelos” incapaces de controlar los excesos de humedad. Esta característica incrementó la vulnerabilidad del huerto a los eventos de precipitación excesivos como el presentado el día 07/04/2009, el

cual provocó el fenómeno denominado remoción en masa (Figura 18), que afectó gran área del huerto. Químicamente en la finca La Esmeralda se presenta un pH extremadamente ácido de 4,3 a 4,6, generado tal vez por los altos contenidos de Al, Fe y Zn, y aún cuando los cítricos son tolerantes a éste tipo de pH, se debe tener en cuenta que los altos contenidos de éstos elementos pueden limitar la disponibilidad de Ca y Mg, y en especial el P, aún cuando se presente en cantidades adecuadas. Los resultados de los análisis físicos y químicos de suelos se encuentran en el Anexo C.



Figura 18. Deslizamiento en huerto de lima ácida Tahití. Lebrija, Santander

- **Clima:** la estación climática más cercana al huerto, pertenece al IDEAM y se encuentra en el aeropuerto Palo Negro de Lebrija (Figura 19), ubicada a 1189 m.s.n.m., 156 m más alta que la finca La Esmeralda, donde se ubica el experimento. Sin embargo, ambos puntos, se localizan dentro de la zona de vida bosque húmedo premontano (bh-PM), con una distancia lineal de 4 km.



Figura 19. Ubicación estación IDEAM, Aeropuerto Palo Negro (Lebrija) y huerto experimental. Fuente: <http://www.maplandia.com/Colombia>.

Los datos de la estación indican que la precipitación media en inmediaciones de la zona es de 1350 mm/año, la evaporación 990 mm/año, la humedad relativa 85.2%, el brillo solar promedio es de 5.4 horas/día y la temperatura media 21.4 °C. La serie climática de 10 años, permitió hacer un análisis de aporte hídrico en forma de lluvia y el consumo

generado por la evapotranspiración de referencia (ETo), para la finca La Esmeralda (Figura 20).

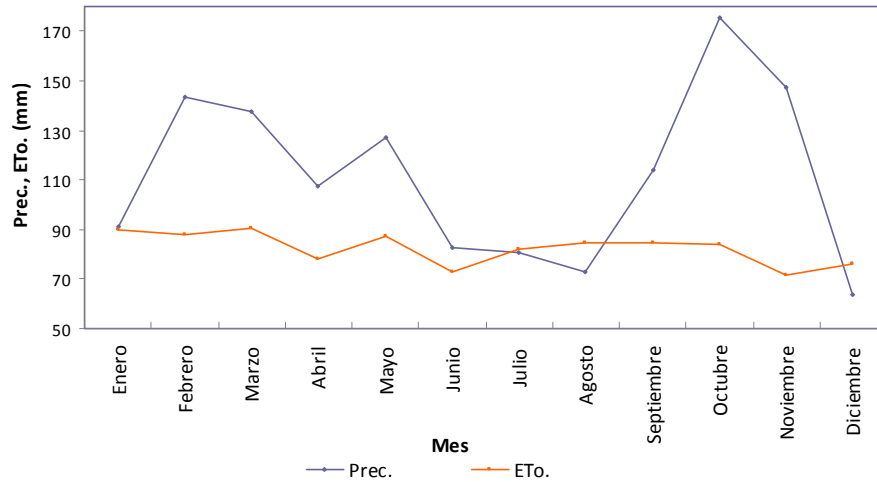


Figura 20. Balance hídrico-climático de la estación Aeropuerto Palo Negro, Lebrija.

Este balance hídrico indica una condición favorable en cuanto a la disponibilidad del recurso hídrico, sin embargo, éstos excedentes de agua suelen causar desastres naturales cuando los suelos no poseen una alta capacidad de almacenamiento, sistemas de drenaje deficientes y existen practicas agrícolas no adecuadas. El comportamiento de la precipitación y evaporación durante la duración del proyecto se muestra en la figura 21, en esta localidad se observa que la mayor parte del tiempo la precipitación supera la evaporación, sin embargo existen periodos en los cuales el espaciamento de los eventos de precipitación afecta los procesos fisiológicos y por ende la producción.

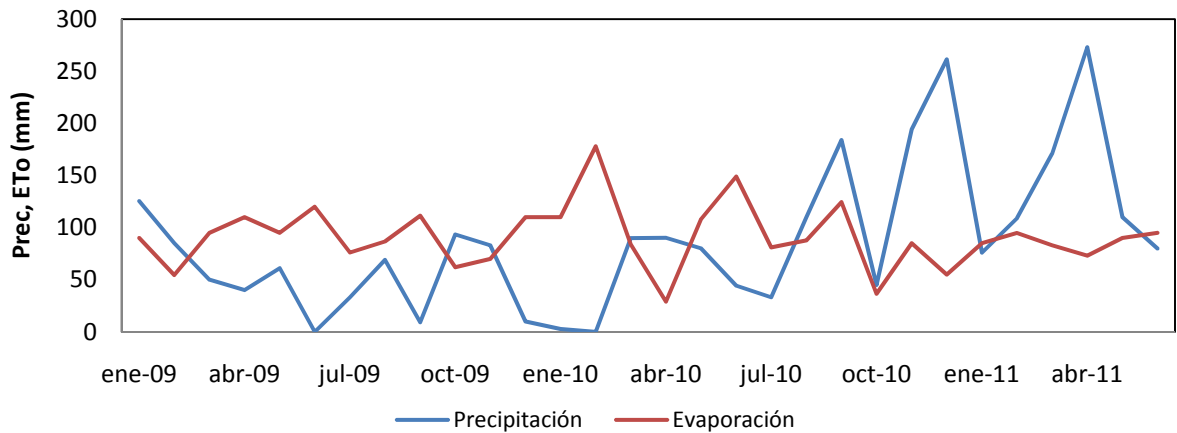


Figura 21. Balance hídrico-climático durante experimento en Lebrija - Santander.

- **Santo Tomás, Atlántico**

- **Suelos:**el experimento para la zona norte del país, la cual se considera importante en la producción de lima ácida, fue instalado en el municipio de Santo Tomás, Atlántico, a 19 m.s.n.m., en la vereda Bollé, finca La Quinta. Este municipio tomó el lugar de Luruaco, el cual había sido aprobado inicialmente con el proyecto, sin embargo, por la ausencia de huertos con las características requeridas para el experimento fue necesario el traslado a otro municipio.

El municipio de Santo Tomás pertenece a la zona litoral, donde predominan las tierras bajas, desérticas y las sabanas. Los suelos presentes en la finca La Quinta son arenosos (A) y forman un relieve colinado, con predominancia de vegetación rastrojo bajo y cactáceas. Químicamente son suelos pobres, con baja saturación de bases, excepto para el ión Ca, que se encuentra en exceso para todo el perfil y el ión Mg, que se presenta en condición adecuada. En cuanto a elementos menores el contenido es bajo. Esta situación de déficit de nutrientes es causada tal vez por la presencia del material arenoso, que favorece el lavado de los nutrientes dada la facilidad de drenaje. Además la condición climática de sequía la mayor parte de año, impide que el suelo mantenga un régimen de humedad adecuado para la disponibilidad de los nutrientes. Como hongos presentes en este suelo se identificaron *Fusarium solani*, y *Fusarium oxysporum*, también se observó la presencia de bacterias como *Pseudomonas* en bajas poblaciones, y nemátodos del género *Psylenchussp* y bacteriófagos. Los resultados de los análisis físicos y químicos de suelos se encuentran el Anexo D.

- **Clima:**el municipio de Santo Tomás se encuentra en la zona centro-oriente del departamento del atlántico, limitando con el río Magdalena en un complejo de pequeñas ciénagas en la zona de inundación (Figura 22). Está ubicado a 14.5 Km de la estación IDEAM ubicada en el aeropuerto Ernesto Cortissoz.

Las características de relieve plano y además de clima costero, facilitan el ingreso y salida de vientos marinos que evacúan la humedad presente en la atmósfera litoral, lo que otorga a la zona característica secas.

El balance hídrico (Figura 23) realizado con información de la estación muestra una época de extrema sequía en el primer semestre del año que se extiende a los primeros dos meses del segundo, la condición mejora a finales de agosto, más en el siguiente trimestre las lluvias son excesivas, hasta que se inicia la época de sequía el mes de diciembre.

Este régimen monomodal afecta significativamente los desarrollos agrícolas, dado que las fuentes hídricas se encuentran la mayor parte del año en condiciones de estiaje. De esta manera los productores se ven forzados a explotar en mayor proporción las fuentes subterráneas, las cuales se ven afectadas por el desplazamiento de la cuña salina.

Muestra además el análisis químico de suelos un contenido excesivo del ión calcio, indicando la presencia de aguas “duras” en el acuífero de la zona; lo cual puede en algún momento afectar la disponibilidad de otros nutrientes y el estado de los sistemas de riego allí instalados.

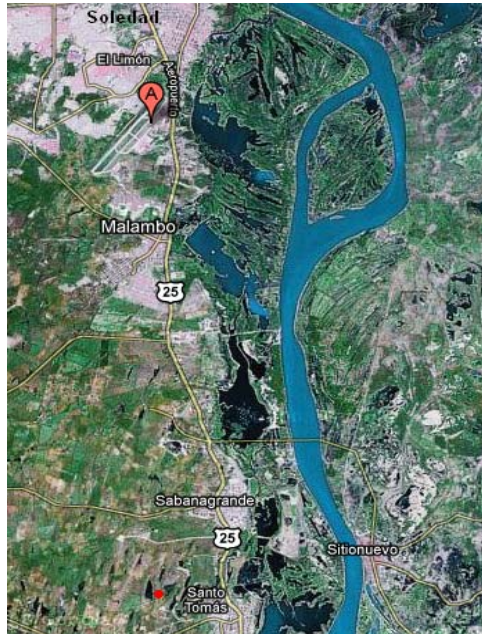


Figura 22. Ubicación estación IDEAM, Aeropuerto Ernesto Cortissoz (Soledad) y huerto experimental. Fuente: <http://www.maplandia.com/colombia>.

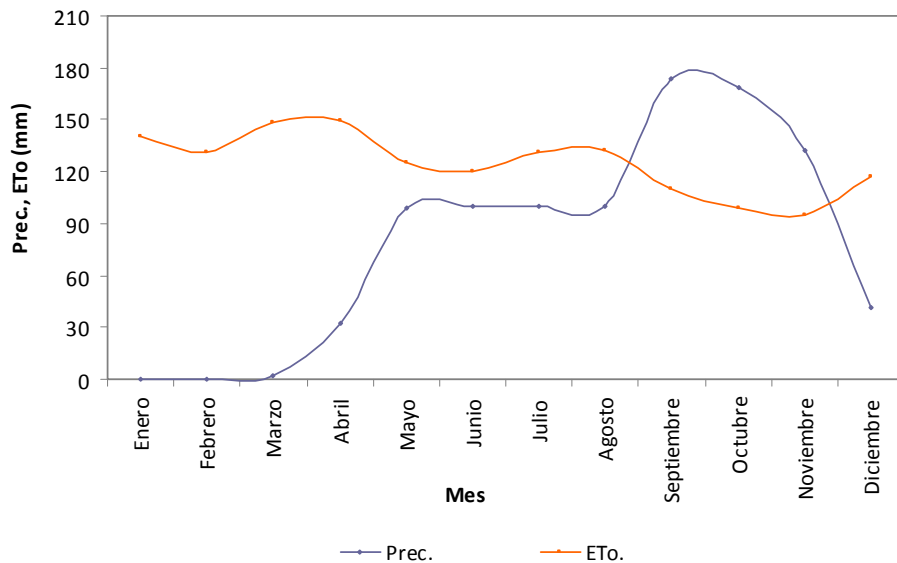


Figura 23. Balance hídrico-climático estación Aeropuerto Ernesto Cortissoz. Soledad, Atlántico.

Es indiscutible la necesidad que tiene el huerto en esta localidad de un desarrollo en infraestructura hidráulica que permita abastecer los cultivos y superar el estrés que pueden sufrir las plantas en los meses de sequía es decir, durante nueve meses al año. El comportamiento de la precipitación y evaporación durante la duración del proyecto se muestra en la figura 24, donde se evidencia que la mayor parte del año se presenta un déficit hídrico negativo.

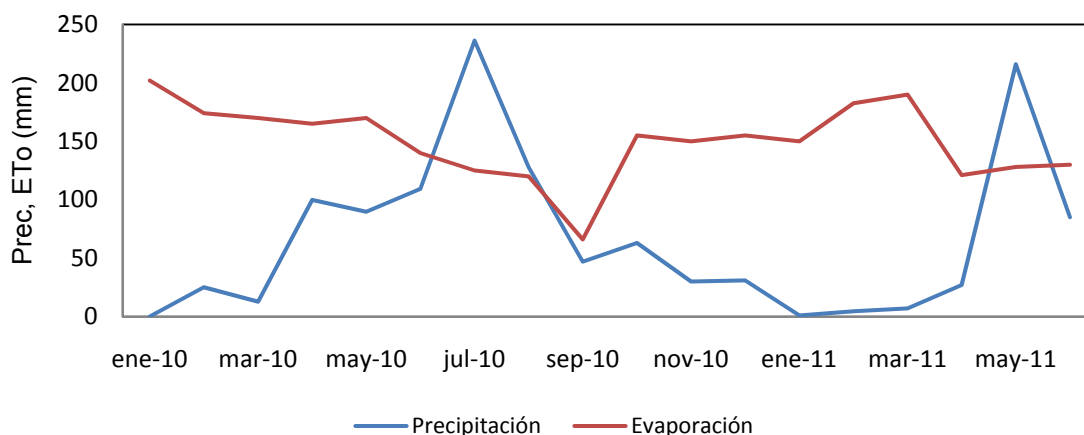


Figura 24. Balance hídrico-climático durante experimento en Santo Tomas – Atlántico.

4.1.2 Estado cero de las plantaciones

- Espinal – Tolima

La finca La Ceiba cuenta con 35 hectáreas de lima ácida Tahití, siendo el área de mayor extensión para el cultivo entre los municipios representativos como son El Guamo y El Espinal. La producción promedio anual son 30t/ha, lo cual es un buen promedio para una finca tecnificada como es La Ceiba.

La altura promedio de los árboles es de 2.67 m y el área de copa 8.93 m, aunque ésta última presenta constantes variaciones en el huerto debido a las resiembras realizadas. La floración se presenta durante todo el año dado que el productor aplica hormonas inductoras al igual que para evitar abscisión. Para la instalación del experimento se solicitó al productor abstenerse de la práctica en los árboles seleccionados.

Tal como se observa en la tabla 4, donde se reporta el análisis de calidad logrado para los frutos de la finca La Ceiba, antes de iniciar la instalación de tratamientos de riego y nutrición, objeto de la presente investigación; la cosecha de este huerto es poco homogénea, en cuanto a peso del fruto, aunque se observan frutos muy pesados, ya que la media reporta un peso de 82,5 g, muy cercano a los 90 g exigido por la NTC para frutos de 50 mm de diámetro, logrados a 2.5 meses desde cuajado hasta cosecha. Son también frutos jugosos, con un promedio muy cercano al reportado por la NTC, sin embargo el jugo es bastante ácido si se entiende que la acidez máxima es 5% y los frutos de La Ceiba superan el 12%.

Tabla 4. Resultados calidad del fruto, Espinal - Tolima.

Variable	Media	Unidad	Desvest.	NTC
Peso fruto	82.5	g	18.313	179
Diámetro ecuatorial	5.5	cm	3.661	6,8
Diámetro polar	5.8	cm	4.428	X
Espesor cáscara	0.2	cm	0	X
Contenido Jugo	26.5	mL	7.134	27% Mín
°Brix	9.9	x	1.128	X
Acidez	12.7	%	1.938	5% Max.

- Lebrija – Santander

En la finca La Esmeralda la producción media anual es de 20 t/ha, marcando una brecha en la producción con huertos tecnificados (30 t/ha) y aún más con huertos que aplican resultados de investigación que reportan 35 t/ha. Situación que pone en evidencia una problemática en el huerto.

El huerto fue sembrado de manera escalonada, por lo cual los árboles tienen diferentes edades y estados de desarrollo. La lima ácida Tahití del experimento está injertada sobre limón volkameriano (*C. volkameriana* Ten. & Pasq.), con seis años de edad, el área de la copa con manejo de poda constante se mantiene en 14.8 m promedio, la altura media es de 2.87 m.

Física y químicamente se ha caracterizado la producción de 20 árboles del huerto (tabla 5), encontrando frutos de características muy uniformes, con pesos cercanos al peso óptimo (90 g) reportado portado por la NTC para frutos de 50 mm de diámetro, tamaño que es alcanzado por los frutos en aproximadamente 3 meses desde el cuajado. Se observan además frutos de tamaño muy homogéneo y bastante ácidos.

Tabla 5. Resultados calidad del fruto, Lebrija - Santander

Variable	Media	Unidad	Desvest.	NTC
Peso fruto	83.9	g	3.17	179
Diámetro ecuatorial	5.0	cm	0.49	6,8
Diámetro polar	5.9	cm	0.63	X
°Brix	5.9	x	0.36	X

- Santo Tomás – Atlántico

Para esta localidad no se tienen datos iniciales del huerto ya que este aun no había entrado en producción.

4.2 NIVELES DE FERTILIZACIÓN

En Colombia no se han realizado estudios sobre los requerimientos nutricionales de lima acida Tahiti, se utilizó los rangos adecuados de niveles de nutrientes para cítricos según Corrales (2002), para evaluar la disponibilidad de nutrientes en el suelo según el análisis químico, la interpretación de los análisis para cada localidad se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Interpretación de análisis de suelos para cada localidad

Nutriente	Unidad	Espinal	Evaluación	Santo Tomas	Evaluación	Lebrija	Evaluación
pH		8,9	Muy Alcalino	6,4	Ligeramente ácido	4,43	Fuertement e ácido
MO	%	0,77	Baja	0,3	Baja	2,07	Baja
FOSFORO	mg/Kg	14,9	Alto	6,95	Bajo	24,13	Alto
AZUFRE	mg/Kg	4,13	Bajo	5,65	Bajo	2,43	Bajo
ALUMINIO	cmol/Kg	0	Normal	0	Normal	1,1	Normal
Sat. Al	%	0	Normal	0	Normal	39	Muy Alto
CALCIO	cmol/Kg	7,75	Alto	2,02	Bajo	1,19	Bajo
MAGNESIO	cmol/Kg	2,42	Alto	0,42	Bajo	0,26	Bajo
POTASIO	cmol/Kg	0,09	Bajo	0,05	Bajo	0,19	Bajo
SODIO	cmol/Kg	3,5	Alto	0,04	Normal	0,02	Normal
CICE		13,76	Baja	2,52	Muy Baja	2,93	Muy Baja
CE	dS/m	0,96	Normal	0,07	Normal	0,26	Normal
HIERRO	mg/Kg	7,67	Bajo	19	Bajo	260,67	Muy Alto
COBRE	mg/Kg	0,37	Bajo	1,4	Normal	0,8	Bajo
MANGANESO	mg/Kg	1,5	Bajo	3,65	Bajo	2,07	Bajo
ZINC	mg/Kg	0,47	Bajo	1,45	Bajo	1,13	Bajo
BORO	mg/Kg	0,39	Normal	0,12	Bajo	0,11	Bajo
Ca/Mg		3,14	Normal	4,86	Normal	4,61	Normal
(Ca+Mg)/K		105,35	Carencia de K	54,63	Carencia de K	7,46	Carencia de Mg
K/Mg		0,05	Carencia de K	0,11	Carencia de K	0,85	Carencia de Mg
PSI		23,83	Muy Alto	1,59	Normal	6,12	Normal
%SB Ca		57	Alto	80,12	Muy Alta	39,6	Medio
%SB Mg		18,29	Normal	16,5	Normal	8,63	Bajo
%SB K		0,9	Baja	1,79	Baja	6,49	Alta

- ***Espinal, Tolima.***

El pH del suelo es clasificado como muy alcalino con un valor de 8.9, la planta de limón tahiti requiere para su óptimo desarrollo un pH entre 5.0 y 6.5, pero es tolerante a pH altos, encontrándose buenas cosechas a pH de 8.5 según Agustí (2003). A este pH hay baja solubilidad del fósforo y de micronutrientes, hay problemas de asimilación de nutrientes por antagonismo con el calcio y el sodio. El suelo presenta contenidos altos de fósforo, calcio, magnesio y sodio. A este pH el fósforo, calcio, magnesio están en formas inasimilables para la planta y el sodio esta en forma asimilable siendo un elemento tóxico para la planta a esa concentración según Agustí (2003). El contenido de materia orgánica y potasio es bajo, estos son los dos nutrientes que más demanda el cultivo y determinan el crecimiento de la planta y desarrollo del fruto. También son bajos los contenidos azufre y elementos menores con excepción al boro de acuerdo a lo requerido por el cultivo. La capacidad de intercambio catiónico 13,76 Cmol/Kg es considerada baja, indicando que el suelo tiene baja capacidad para suministro y reserva de bases. El porcentaje de saturación de Ca es alto mientras que el magnesio es medio y el potasio bajo. La conductividad eléctrica es de 0,96 dS/m, la cual se encuentra dentro del rango de valores normales para cítricos entre 1.7 y 3.2 dS/m según Agustí (2003). El contenido de sodio es 3.5 Cmol/Kg, mayor a 1 Cmol/Kg, y el porcentaje de sodio intercambiable es mayor a 15, por lo cual se concluye que es un suelo con problemas de sodio.

La relación (Ca+Mg)/K es muy alta ya que es mayor de 70, esto indica que hay carencia de potasio, la relación entre Ca y Mg es 3.14, apropiada. La relación entre el potasio y el magnesio está por debajo del rango indicando un bajo nivel de potasio. En general este suelo presenta problemas de solubilidad de nutrientes y exceso de sodio. Se recomienda aplicar yeso para bajar en nivel se sodio y después lavar para quitar el exceso de sodio teniendo en cuenta que haya un buen drenaje, después aplicar materia orgánica para elevar la CIC y la solubilidad del calcio, aplicar fertilizantes con alto índice de acidez para bajar un poco el pH.

- ***Lebrija, Santander.***

El pH del suelo es clasificado como fuertemente ácido con un valor de 4,43, fuera del rango óptimo su desarrollo, pero es tolerante a pH bajos, encontrándose buenas cosechas a pH de 8.5 según Agustí (2003). Este pH es desfavorable para el desarrollo radicular, la actividad microbiana se reduce y por consiguiente la nitrificación. La asimilación del fósforo disminuye por formarse combinaciones insolubles de este elemento con el hierro y con el aluminio. El suelo presenta contenidos muy altos de hierro y aluminio, contenidos altos de fósforo. El suelo presenta contenidos bajos de todos los nutrientes con excepción a los anteriores mencionados de acuerdo a lo requerido por el cultivo. La capacidad de intercambio catiónico 2.93 Cmol/Kg es considerada baja, indicando que el suelo tiene baja capacidad para suministro y reserva de bases. El porcentaje de saturación de K es alto, esto se debe al pH, mientras que la saturación del calcio es media y la del magnesio es baja.

La relación (Ca+Mg)/K está por debajo de lo normal, esto indica que hay carencia de magnesio, la relación entre Ca y Mg es apropiada. La relación entre el potasio y el

magnesio está por encima del rango indicando carencia inducida de magnesio. La conductividad eléctrica es de 0,26 dS/m, la cual se encuentra dentro del rango normal. El contenido de sodio es normal 0.02 Cmol/Kg. En general este suelo presenta problemas de solubilidad de nutrientes y exceso de hierro y aluminio. Se recomienda aplicar cal para bajar el nivel de aluminio y aumentar el pH, después aplicar materia orgánica para elevar la CIC, aplicar fertilizantes con alto índice de salinidad para elevar un poco el pH, como por ejemplo nitrato de amonio como fuente de nitrógeno

- **Santo Tomas, Atlántico.**

El pH del suelo es clasificado como ligeramente ácido con un valor de 6.4, un valor óptimo para la planta de limón tahiti. A este pH los nutrientes son solubles y la planta los puede tomar fácilmente. El suelo presenta contenidos bajos de todos los nutrientes con excepción al cobre de acuerdo a lo requerido por el cultivo. La capacidad de intercambio catiónico 2,52 Cmol/Kg es considerada muy baja, indicando que el suelo tiene muy baja capacidad para suministro y reserva de bases. El porcentaje de saturación de Ca es alto mientras que el magnesio es medio y el potasio bajo. La relación (Ca+Mg)/K esta fuera del rango 20-25 indicando que hay carencia de potasio, la relación entre Ca y Mg es 4,86, apropiada.

La relación entre el potasio y el magnesio está por debajo del rango indicando un bajo nivel de potasio. La conductividad eléctrica es de 0.07 dS/m indicando que no hay problemas de salinidad. El contenido de sodio es normal. En general este suelo presenta bajo niveles de disponibilidad de nutrientes, pero un pH óptimo para cuando se aplique un fertilizante esté disponible para la planta y no se fijen los nutrientes. Se recomienda aplicar materia orgánica para elevar la CIC.

En las tablas 7, 8 y 9 se muestra la cantidad de fertilizante aplicado en cada nivel de fertilización.

Tabla 7. Fórmula de nutrición quincenal para el huerto La Ceiba. Espinal, Tolima.

Fertilizante	g/planta/aplicación quincenal		
	N1	N2	N3
Urea	98	196	45
DAP	19	39	11
Nitrato de K	24	49	42
SAM	2	5	98
SMn	11	22	0
Vicor	11	22	3
Kelato de hierro	20	41	0

Nitrato de K: 13%N, 3%P, 43%K.
 Sulfato de amonio: 24%SO₄, 21%NH₄
 Sulfato de Mn: 12%S, 28%Mn.
 Vicor: 3%N, 10%P₂O₅, 3%K₂O, 20%CaO, 6%Mg, 1%S, 1%B, 0,001%Co, 0,75%Cu, 0,2%Mn, 0,001%Mo, 2,5%Zn.
 Kelato de hierro: 6% Fe

Tabla 8. Fórmula de nutrición quincenal para el huerto La Esmeralda, Lebrija.

Fertilizante	g/planta/aplicación quincenal		
	N1	N2	N3
Nitron	146	291	17
DAP	34	68	0
Nitrato de K	54	109	8
SMg	39	78	0
SMn	8	16	12
Kelatex Zn	6	12	0
Borax	2	4	3
Acido Fosfórico (ml)	0	0	13
Sulfato de Zinc	0	0	8

Nitron Doble: 13%NO₃, 13% NH₄
 DAP: 18%N, 46%P₂O₅.
 Nitrato de potasio: 13%N, 3%P, 43%K.
 Sulfato de Mg: 13%SO₄, 9,6%Mg
 Sulfato de Mn: 12%S, 28%Mn.
 Kelatex de Zn: 9%Zn
 Borax: 37%B
 Acido fosfórico: 85 % H₃PO₄
 Sulfato de Zn: 28% Zn y 14% S

Tabla 9. Fórmula de nutrición quincenal para el huerto La Quinta, Santo Tomás.

Fertilizante	g/planta/aplicación quincenal		
	N1	N2	N3
Urea	81	163	0
DAP	48	97	0
NP	59	119	0
SMn	8	17	0
Vicor	39	78	0
Sulfato de amonio	0	0	38
Cloruro de potasio	0	0	57
17-6-18-2	0	0	19
Agrimins	0	0	19

Urea: 16%N.
 DAP: 18%N, 46%P₂O₅.
 Nitrato de K: 46%K, 13%N.
 Sulfato de Mn: 12%S, 28%Mn.
 Vicor: 3%N, 10%P₂O₅, 3%K₂O, 20%CaO, 6%Mg, 1%S, 1%B, 0,001%Co, 0,75%Cu, 0,2%Mn, 0,001%Mo, 2,5%Zn.
 Sulfato de amonio: 24%SO₄, 21%NH₄
 KCl: 60%K, 13%N.
 17-6-18-2: 17%N, 6%P, 18%K, 2%S, 2%Mg, 0,2%B
 Agrimins: 8%N, 5%P, 18%Ca, 6%Mg, 1,6%S, 1%B, 0,75%Cu, 0,005%Mo, 2,5%Zn

4.3 RENDIMIENTO

- *Espinal - Tolima*

El rendimiento tuvo respuesta significativa a la aplicación de los regímenes de riego como se muestra en la tabla 10, encontrándose para las láminas 100%ET_o, 70% ET_o y 50%ET_o, valores de 27.29, 21.77 y 19.57 t/ha, respectivamente. La lámina de 100%ET_o presentó el mejor valor para esta variable (Tabla 11).

Tabla 10. Análisis de varianza para rendimiento (t/ha). Espinal- Tolima

Fuente de Variación	Rendimiento (t/ha)	
	CM	Pr >F _c
Rep	4,11	0,22
Lam	284,25	0,00
Fertilización	11,96	0,13
Lam x Fertilización	19,80	0,03
Promedio	22,9	
CV(%)	11,6	

Tabla 11. Efecto de diferentes regímenes de manejo del agua de riego en el rendimiento (t/ha) del cultivo de lima acida Tahití. Espinal- Tolima

Láminas de riego	Descripción	Rendimiento (t/ha)
L1	100%ET _o	27,29 a ¹
L2	70%ET _o	21.77 b
L3	50% ET _o	19,57c

1/ Números con la misma letra no difieren estadísticamente.

Los rendimientos obtenidos para los diferentes niveles de fertilización no presentaron diferencias significativas. Las plantas sometidas al doble de la fertilización química obtuvieron los mejores rendimientos presentando valores hasta de 23.80 t/ha (Tabla 12), esto quiere decir que el productor podría usar el tratamiento que implique un menor costo y obtendría el mismo rendimiento, sin embargo no puede prescindir de la fertilización, pues debe tenerse en cuenta que al cultivo en la fase experimental se aplicó el requerimiento nutricional definido por el análisis de suelo y un requerimiento teórico.

Tabla 12. Efecto de diferentes niveles de fertilización sobre el rendimiento (t/ha) del cultivo de lima acida Tahití. Espinal- Tolima

Niveles de fertilización	Descripción	Rendimiento (t/ha)
N1	100% Q	22.25 a ¹
N2	2 x 100% Q	23.80 a
N3	Productor	22.58 a

1/ Números con la misma letra no difieren estadísticamente.

Al evaluar la interacción riego y fertilización, para el primer año de evaluación 2009 no se presentaron diferencias significativas, al contrario del año 2010 donde si hubo (Tabla 13). Las plantas a las cuales se les aplicó una lámina de 100% ETo y fertilización 100% química obtuvieron el mayor rendimiento (25.11 t/ha), para el año 2009, mientras que en el año 2011 la interacción con los mejores valores fue la lámina 100% ETo y el doble de la fertilización química (33.12 t/ha), produciendo aproximadamente 13,45 toneladas más que las plantas sometidas a la interacción 50% ETo y fertilización 100% química que obtuvo el rendimiento más bajo (19.68 t/ha), para el año 2011.

Es conveniente señalar que todos los niveles de fertilización con lámina de riego de 100% ETo superaron los tratamientos con lámina de 50% ETo, lo cual supone que la lima ácida Tahití es un cultivo que requiere una cantidad de agua superior al 50% ETo y tiene su mejor respuesta productiva cuando se aplica un riego con niveles iguales al 100% ETo. Sin embargo se podría aplicar una lámina hasta de 70% ETo sin afectar significativamente la producción, considerando un suministro nutricional adecuado.

Tabla 13. Promedio del rendimiento. Espinal- Tolima

Lámina riego	Fertilización	2009	2011
		Ren (t/ha)	Ren (t/ha)
100% ETo (L1)	Químico (N1)	25,11ef	31,30ab ¹
	Doble Químico (N2)	22,50def	33,12a
	Productor (N3)	22,37abcdef	29,30abc
70% ETo (L2)	Químico (N1)	17,87abcde	22,78bcdef
	Doble Químico (N2)	20,53cdef	27,83abcd
	Productor (N3)	24,86cdef	22,00cdef
50% ETo (L3)	Químico (N1)	16,75ef	19,68def
	Doble Químico (N2)	16,22e	22,59bcdef
	Productor (N3)	16,67ef	20,28def

1/ Números con la misma letra no difieren estadísticamente.

De acuerdo a lo reportado en el PFN (2004), los productores del Espinal, con huertos poco tecnificados, tienen rendimientos promedio de 20 t/ha, mientras que en cultivos tecnificados se obtienen rendimientos hasta de 30 t/ha y en investigación hasta 40 t/ha. Los rendimientos obtenidos en este trabajo son más bajos que los reportados en investigación, aunque no hay reportes de resultados en investigaciones en demanda hídrica y fertilización para las condiciones edafoclimáticas del departamento del Tolima. Orduz (2008), reportó para esta zona rendimientos promedios de 25 t/ha, en huertos no tecnificados. Es importante resaltar que una limitante para que el cultivo expresara todo su potencial productivo fue la incidencia de una enfermedad causada por un hongo aún no identificado que afectó drásticamente el rendimiento del huerto.

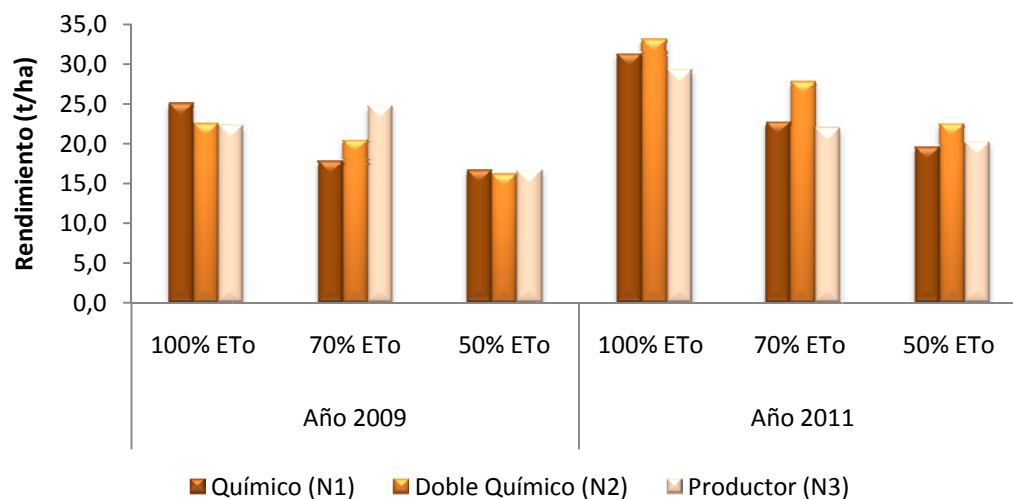


Figura 25. Efecto de la interacción riego y fertilización en el rendimiento de lima acida Tahití. Espinal - Tolima

- **Lebrija – Santander**

El rendimiento presentó respuesta significativa a la aplicación de los niveles de fertilización, láminas de riego y a la interacción como se muestra en la tabla 14. El rendimiento promedio de esta localidad es 19,5 t/ha.

Tabla 14. Análisis de varianza para rendimiento (t/ha). Lebrija - Santander

Fuente de Variación	Rendimiento (t/ha)	
	CM	Pr >F _c
Rep	6,04	0,03
Lam	128,85	<.0001
Fertilizacion	209,60	<.0001
Lam x Fertilizacion	69,65	<.0001
Promedio	19,5	
CV(%)	6,0	

El rendimiento tuvo respuesta significativa a la aplicación de los regímenes de riego como se muestra en la tabla 15, encontrándose para las láminas 100%ETo, 70% ETo y 50%ETo, valores de 16.93, 22.26 y 19.20 t/ha, respectivamente. La lámina de 70%ETo presentó el mejor para la variable rendimiento.

Tabla 15. Efecto de diferentes regímenes de manejo del agua de riego en el rendimiento (t/ha) del cultivo de lima acida Tahití. Lebrija - Santander

Láminas de riego	Descripción	Rendimiento (t/ha)
L1	100%ETo	16.93c ¹
L2	70%ETo	22.26 a
L3	50% ETo	19.20b

1/ Números con la misma letra no difieren estadísticamente.

Los rendimientos obtenidos para los diferentes niveles de fertilización presentaron diferencias significativas. Las plantas sometidas al doble de la fertilización química obtuvieron los mejores rendimientos con un valor de 23.30 t/ha (Tabla 16).

Tabla 16. Efecto de diferentes niveles de fertilización sobre el rendimiento (t/ha) del cultivo de lima acida Tahití. Lebrija - Santander

Niveles de fertilización	Descripción	Rendimiento (t/ha)
N1	100% Q	16.77c ¹
N2	2 x 100% Q	23.30 a
N3	Productor	18.32 b

1/ Números con la misma letra no difieren estadísticamente.

Para la interacción riego y fertilización se presentaron diferencias significativas en los dos años evaluados. El mejor rendimiento se obtuvo con la interacción L2 x N2. El nivel de fertilización N2 presentó los mejores rendimientos para las tres láminas evaluadas, observándose diferencias significativas entre los tres niveles de fertilización. El menor rendimiento lo presentaron las plantas a las cuales se les aplicó una lámina 100% ETo con fertilización química, con valores 6.12 y 11,29 t/ha para los años 2009 y 2010, respectivamente. En la figura 26 se puede observar tendencias similares en los rendimientos obtenidos para cada interacción en los dos años evaluados. No se tienen valores para el período de evaluación del primer semestre del 2011, en tanto que el huerto no tuvo una producción uniforme y además muy baja. Corresponde entonces el requerimiento hídrico a una condición de menor demanda, siendo suficiente reponer el 70%ETo, comparado con la localidad de el Espinal que requiere un 100%ETo.

Tal como lo muestra la figura 26 y la tabla 17, la mejor interacción está representada por los tratamientos L2*N2, la cual muestra el mayor rendimiento, tanto al inicio como al final de las evaluaciones. Nótese además que la diferencia es altamente significativa respecto de los demás tratamientos, lo cual corrobora los tratamientos como la mejor opción entre riego y fertilización. Obsérvese además que todos los niveles de fertilización con lámina de riego L2, superan los tratamientos con la lámina L1, y no presentaron diferencias significativas con la lámina L3. La condición mencionada puede ser atribuida a la baja demanda hídrica del ambiente y además a la disponibilidad por parte de la precipitación, la cual permite que la mayor parte del año se presente un balance hídrico positivo. En una condición media, no alteraciones con condiciones climáticas extremas, el riego podría ser suplido con una lámina similar a L3, más no se pierda de vista que el mayor potencial productivo se obtuvo con un manejo correspondiente a L2 (70% ETo).

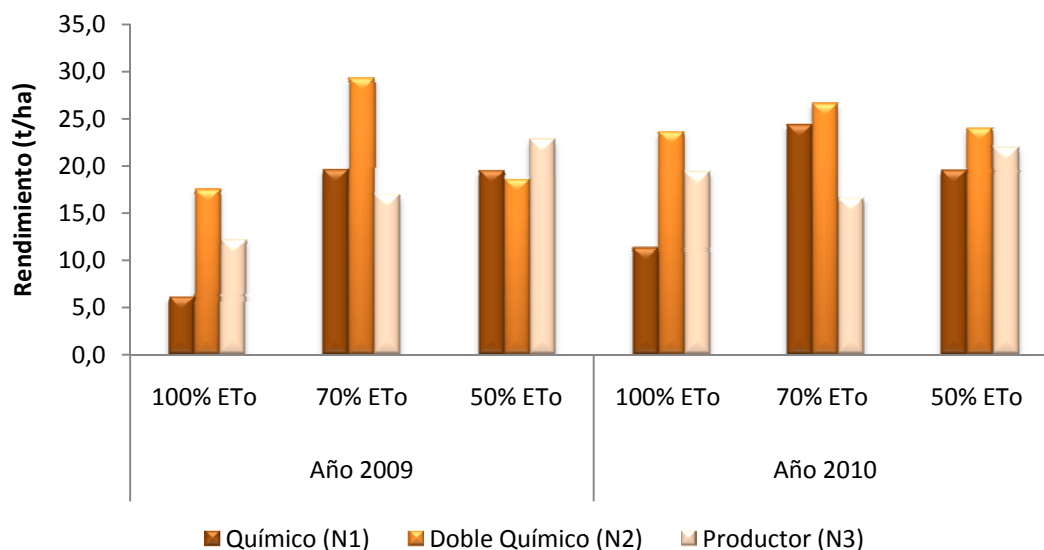


Figura 26. Efecto de la interacción riego y fertilización en el rendimiento de lima acida Tahiti. Lebrija-Santander

Tabla 17. Promedio del rendimiento. Lebrija-Santander

Lámina riego	Fertilización	2009	2010
		Ren (t/ha)	Ren (t/ha)
100% ETo (L1)	Químico (N1)	6,12h	11,29g ¹
	Doble Químico (N2)	17,53f	23,58bc
	Productor (N3)	12,14g	19,35def
70% ETo (L2)	Químico (N1)	19,65def	24,39bc
	Doble Químico (N2)	29,38a	26,62ab
	Productor (N3)	16,97f	16,56f
50% ETo (L3)	Químico (N1)	19,55def	19,63def
	Doble Químico (N2)	18,59ef	24,11bc
	Productor (N3)	22,85bcd	22,04cde

1/ Números con la misma letra no difieren estadísticamente.

El rendimiento promedio de esta localidad es 19,5 t/ha, y los valores de las evaluaciones de significancia indican que para la localidad la mejor respuesta en la localidad es la que efectivamente debe usar el productor para llegar a una mejor producción, usar un programa diferente de riego o fertilización implica disminución del rendimiento; asimismo al tener una interacción altamente significativa, implica que el productor no podría aplicar el riego sin aplicar la fertilización o viceversa, es preciso acople los tratamientos.

De acuerdo a lo reportado en el PFN (2004), los productores de Lebrija, con huertos no tecnificados, tienen rendimientos promedios de 16 t/ha; en cultivos tecnificados de 25 t/ha y en investigación hasta 30 t/ha. Se logra entonces, un 58% más del rendimiento con el programa de manejo que involucre la interacción L2*N2, para productores no tecnificados en el departamento y 46% si se considera la brecha nacional. Asimismo, se supera en 8,7% el rendimiento en huertos tecnificados. Sin embargo al igual que para Espinal Tolima, no se logran superar los rendimientos obtenidos con investigación, más se debe

considerar, que no existen investigaciones que reporten el manejo de los requerimientos hídricos en campo o su interacción con otros objetos de investigación y mucho menos para las localidades evaluadas.

- **Santo Tomas - Atlántico**

El cultivo evaluado para esta localidad presenta un atraso en desarrollo debido a la condición edafoclimática extrema de alta demanda hídrica por parte del ambiente, esto genera un déficit acumulado que afecta los procesos fisiológicos. La mencionada condición ha provocado el desplazamiento de la fase productiva y aún no hay estabilidad de la producción; razón por lo cual no fue posible establecer un rendimiento promedio, que represente la localidad. En este caso las evaluaciones logradas representan tendencias al rendimiento y la calidad del fruto y el análisis será presentado de ésta forma, más no se considera una respuesta que pueda ser comparada a la condición de otras localidades o representativa de los huertos de lima ácida Tahití de la región que se encuentren en plena producción.

El análisis de rendimiento logrado con la información colectada en el período evaluado y la condición ambiental y vegetal presentada, mostró respuesta significativa a la aplicación de las láminas de riego y niveles de fertilización independientemente como se muestra en la tabla 18; el rendimiento promedio de esta localidad es de 2.2 t/ha.

Tabla 18. Análisis de varianza para rendimiento (t/ha). Santo Tomas - Atlántico

Fuente de Variación	Ren (t/ha)	
	CM	Pr >F _c
Rep	0,06	0,30
Lam	7,63	<.0001
Fertilización	5,75	<.0001
Lam x Fertilización	2,82	<.0001
Promedio	2,2	
CV(%)	9,7	

Las evaluaciones logradas indican que los mejores rendimientos se obtienen con el manejo del riego con una lámina correspondiente a L1 con 2,97 t/ha, en comparación con el riego manejado como L3 con la que se obtuvo un rendimiento de 1,18 t/ha (Tabla 19).

Tabla 19. Efecto de diferentes regímenes de manejo del agua de riego en el rendimiento (t/ha) del cultivo de lima ácida Tahití. Santo Tomas - Atlántico

Láminas de riego	Descripción	Rendimiento (t/ha)
L1	100%ET _o	2.97a ¹
L2	70%ET _o	2.46 b
L3	50% ET _o	1.18 c

1/ Números con la misma letra no difieren estadísticamente.

La tendencia del rendimiento obtenida para los diferentes niveles de fertilización presentó diferencias significativas. Las plantas sometidas N2 obtuvieron los mejores rendimientos 3.12 t/ha, en comparación con las plantas a las cuales se les aplicó la fertilización del productor (N3) con las cuales respondieron con una tendencia a valores más bajos de rendimiento (Tabla 20).

Tabla 20. Efecto de diferentes niveles de fertilización sobre el rendimiento (t/ha) del cultivo de lima acida Tahití. Santo Tomas - Atlántico

Niveles de fertilización	Descripción	Rendimiento (t/ha)
N1	100% Q	1.74b ¹
N2	2 x 100% Q	3.12 a
N3	Productor	1,73 b

1/ Números con la misma letra no difieren estadísticamente.

Los resultados obtenidos en Santo Tomás fueron evaluados para identificar tendencias, acerca de un adecuado programa de riego y fertilización que podría emplearse en una explotación en producción; sin embargo, el estado de atraso que manifestó el cultivo, al presentar una producción muy baja y heterogénea en los dos años de evaluación (con 5 de edad) hace pensar, que para la zona de la costa Atlántica el cultivo se presenta mucho más tardío en inicio y estabilización de producción; por que como ya fue comprobado con las dos anteriores localidades requiere de un régimen hídrico de altos niveles de aporte y estable, contrario a las practicas que se ejecutan comúnmente en la zona, aunado al escaso aporte natural por precipitación.

En la interacción, la tendencia al mejor rendimiento lo presentaron los árboles a los cuales se les aplicó la lámina de L1 con N2 (Tabla 21, figura 27), 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.

Tabla 21. Promedio del rendimiento. Santo Tomas - Atlántico

Lámina riego	Fertilización	2011
		Ren (t/ha)
100% ETo (L1)	Químico (N1)	2,67b ¹
	Doble Químico (N2)	4,83a
	Productor (N3)	1,39c
70% ETo (L2)	Químico (N1)	1,49c
	Doble Químico (N2)	3,10b
	Productor (N3)	2,77b
50% ETo (L3)	Químico (N1)	1,05c
	Doble Químico (N2)	1,43c
	Productor (N3)	1,05c

1/ Números con la misma letra no difieren estadísticamente.

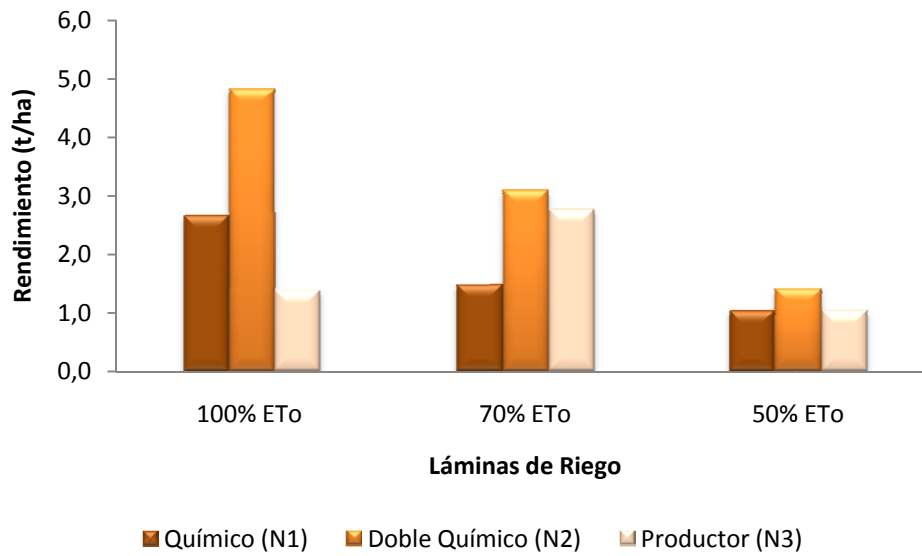


Figura 27. Efecto de la interacción riego y fertilización en el rendimiento de lima acid Tahití. Santo Tomas - Atlántico

El cultivo de la finca La Quinta, de Santo Tomás, ha sido sometido desde su instalación a un estrés hídrico extremo, en tanto que su aporte hídrico depende de un solo emisor no dosificado, ubicado en un punto que representa el 10% de 35m², requiriendo para un aporte adecuado cubrir un 70% (área sombreada) con riego. El aporte además es de acción intermitente, con pocas horas en el día (2 horas) y pocos días en el mes. Esto ha generado un atraso en el huerto que no pudo ser superado con el aporte adecuado y el manejo dado en la fase de investigación. Dado lo anterior los resultados presentes en este trabajo son una recomendación temprana que no concluye el potencial productivo de la zona, más pone de manifiesto la necesidad del cultivo a un mayor aporte hídrico y nutricional al manejo en la finca La Quinta.

Comparando las tres localidades, e incluyendo Santo Tomás, dadas las tendencias logradas, se observan mejores rendimientos en la localidad Espinal – Tolima, según Agustí (2003) los cítricos prefieren suelos con pH básico, con altas concentraciones de calcio en el suelo, ya que este cultivo lo requiere siempre disponible, además los cítricos extraen en mayor cantidad del suelo cationes exudando aniones y acidificando el suelo, esto hace que el pH de la rizosfera disminuya hasta en 2 unidades y sean más disponibles los nutrientes en esta zona. En un suelo ácido como el de Lebrija los exudados de los cítricos acidifican más el suelo. Como se puede observar en todas las localidades los mejores rendimientos se obtuvieron con el doble de la fertilización química, probablemente por ser suelos con déficit de nutrientes, la planta requiere más nutrientes que los necesarios para balancear el suelo. En cuanto al aporte hídrico, cabe mencionar que la tendencia de Santo Tomás es similar a la respuesta de Espinal, los cuales expresan una mejor respuesta al rendimiento cuando el huerto es manejado con la más alta reposición hídrica, esto es el L1, en tanto que Lebrija por los beneficios que otorga una humedad relativa alta, hacen que el requerimiento de la planta disminuya y se mantenga aún más el almacenamiento del suelo.

En cuanto al aporte hídrico, cabe mencionar que la tendencia de Santo Tomás es similar a la respuesta de Espinal, los cuales expresan una mejor respuesta al rendimiento cuando el huerto es manejado con la más alta reposición hídrica, esto es el L1, en tanto que Lebrija por los beneficios que otorga una humedad relativa alta hacen que el requerimiento de la planta disminuya y se mantenga aún más el almacenamiento del suelo.

4.4 CALIDAD DEL FRUTO

- *Espinal – Tolima*

Los niveles de fertilización no afectaron significativamente las variables evaluadas, como se muestra en el análisis de varianza realizado para esta localidad (Anexo E). En los regímenes de riego se encontraron diferencias significativas para el diámetro ecuatorial, diámetro polar y peso del fruto. El peso del fruto fue superior cuando se aplicó una lámina de riego del 100%ETo obteniendo un peso de fruto promedio de 82.76 g, en comparación con la lámina de 50% ETo, con la que se obtuvo 76.37 g. Este mismo comportamiento se observa con el diámetro polar y ecuatorial del fruto, donde se obtuvieron mayores valores con la lámina de riego 100% ETo.

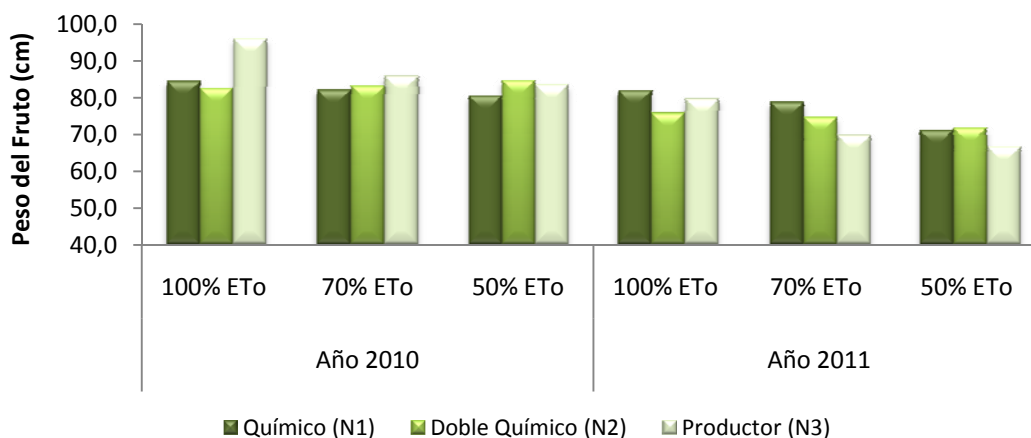


Figura 28. Efecto de la interacción riego y fertilización en el peso del fruto del cultivo de lima acid Tahiti. Espinal – Tolima

Para esta localidad se realizó la caracterización físico-química de los frutos para los años 2010 y 2011. La interacción presentó diferencias estadísticas en todas las variables con excepción al grosor de cáscara y peso de jugo (Anexo F y G). El peso total del fruto osciló entre 95.9 a 66.72 g (Figura 28), correspondiendo a la interacción L1 x N3 y L3 X N3, respectivamente. Con la lámina de 100%ETo. se obtuvieron los mejores valores de peso del fruto en los tres niveles de fertilización y para los dos años evaluados, este comportamiento posiblemente se debe 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

(1995), quien reporta 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.

La interacción L1 x N3 tuvo el mejor valor para diámetro ecuatorial (5.48 cm), en comparación con L3 x N1 que tuvo un valor de 5.19 cm, para el año 2010. Los frutos de esta cosecha se clasifican como calibre C de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana NTC 4087, y pueden ser destinados a consumo en fresco o industria. Para el año 2011 en general los frutos son de menor diámetro, encontrándose en un rango de 4.49 a 4.94 cm correspondiendo a las interacciones L2 x N1 y L3 x N3. Estos frutos se clasifican como calibre D según la NTC 4087, que solo permite su comercialización para consumo en fresco. Para la variable diámetro polar se tiene el mismo efecto del riego y fertilización. El efecto entonces indica, que se tendrán frutos de mayor tamaño en la medida que se suministre un adecuado riego al cultivo en una magnitud similar a L1 (Figura 29).

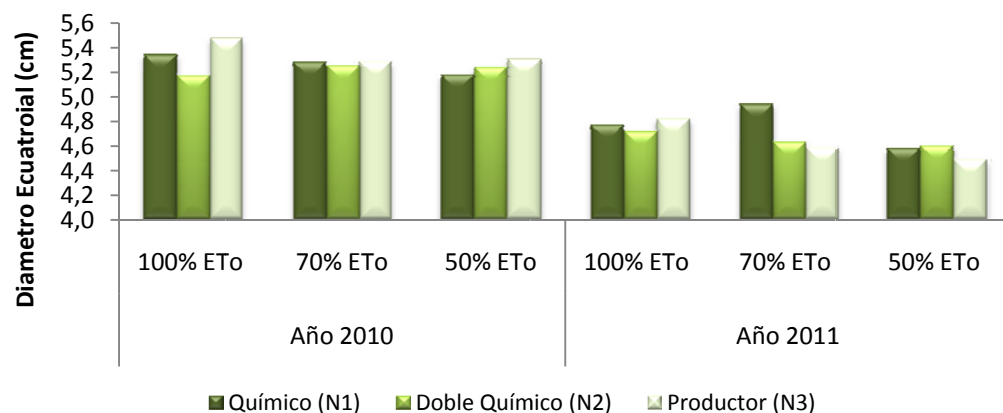


Figura 29. Efecto de la interacción riego y fertilización en el diámetro ecuatorial del cultivo de lima acida Tahití. Espinal - Tolima

Los valores más altos en % de Jugo (61.84%) se obtuvieron con la interacción L2xN2 (Figura 30). Para este parámetro existen diferencias significativas entre los dos años de evaluación, el % de jugo, para los frutos cosechados en el 2010 se encuentra en un rango de 40.46% a 45.27% correspondiendo a las interacciones L2xN3 y L1xN2. En el 2011 el porcentaje de jugo de los frutos cosechados, estuvo entre 54.62% y 61.84 %, correspondiendo a las interacciones L3xN2 y L2xN2. Como se puede observar en las dos cosechas se obtuvo el mejor porcentaje de jugo con N2 y L1, L2. Los resultados indican que un menor suministro de agua no solo afecta el rendimiento sino también la calidad y que restringiendo el riego se afecta la producción, demostrando en este caso que se afecta el contenido de jugo, lo cual minimiza la posibilidad de tener frutos de exportación.

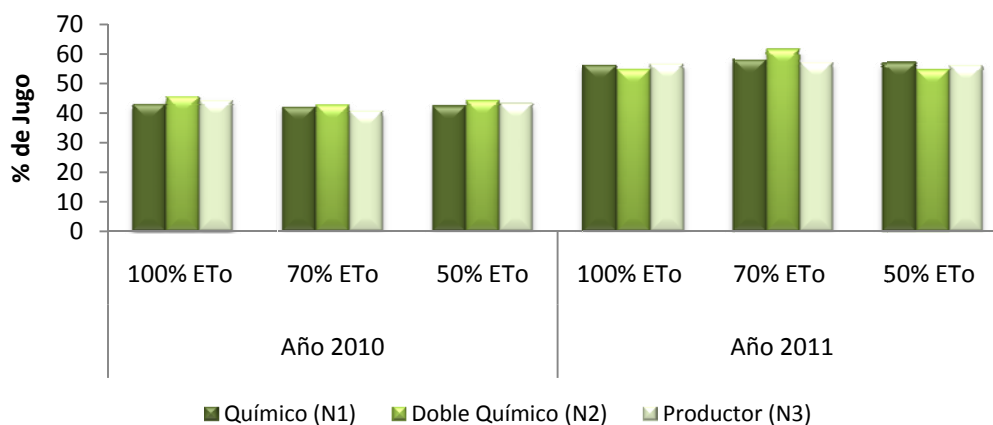


Figura 30. Efecto de la interacción riego y fertilización en el porcentaje de jugo de los frutos del cultivo de lima acid Tahití. Espinal - Tolima

La cantidad de sólidos solubles en el zumo medida como °Brix presentó diferencias significativas entre los dos años de evaluación, para la producción del año 2010 se encontró entre 7,99 y 8,57 mientras que para el año 2011 se encontró entre 9,19 y 9,65. La cantidad de sólidos solubles para esta localidad se encuentran en el rango aceptable mayor a 7% (Figura 31), exigida en la industria.

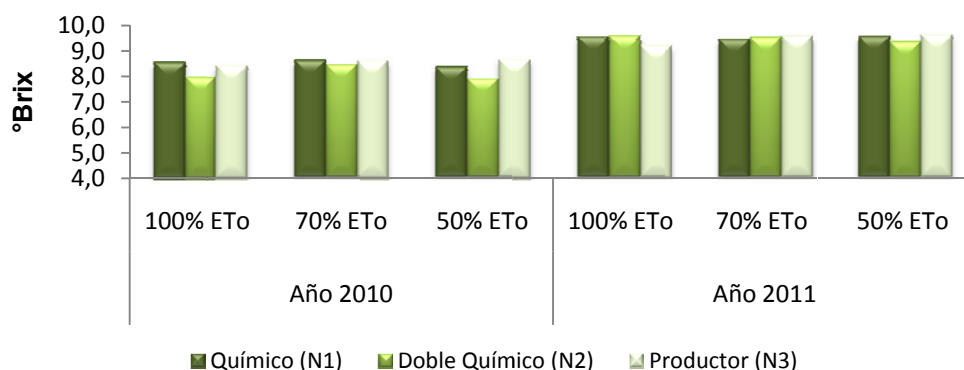


Figura 31. Efecto de la interacción riego y fertilización en °Brix de los frutos del cultivo de lima acid Tahití. Espinal - Tolima

En cuanto a las variables químicas una de las más importantes es el contenido de vitamina C que contenga el fruto, puesto que da un valor agregado al fruto por contener propiedades nutricionales y medicinales. El mejor contenido de vitamina C se obtuvo con la interacción lámina 100% ETo y el doble de la fertilización química, para los dos años de evaluación. En la figura 32 se puede observar que los contenidos de VC más altos se obtuvieron con las láminas de mayor agua aplicada 100% y 70% de la evapotranspiración de referencia. Todos los valores obtenidos para esta variable se encuentran por encima de 25 mg/100 ml Zumo de VC, valor mínimo para que el fruto sea aceptado en la industria medicinal.

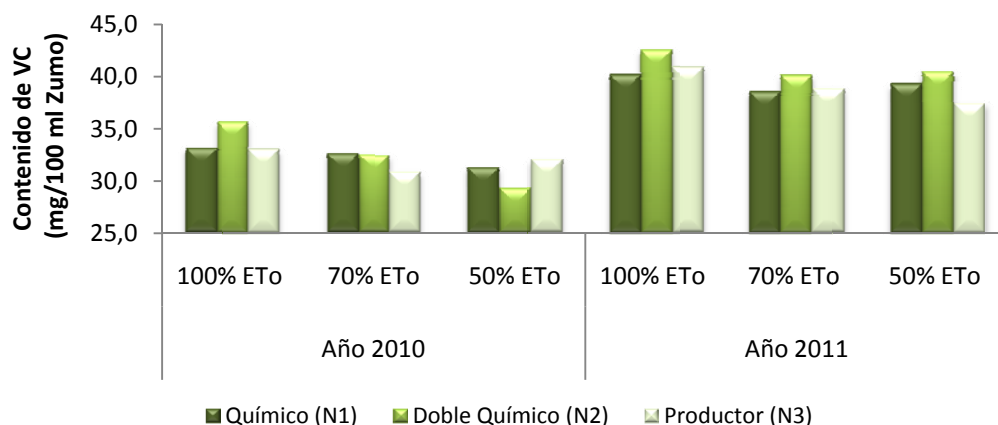


Figura 32. Efecto de la interacción riego y fertilización en el contenido de vitamina C de los frutos del cultivo de lima acida Tahití. Espinal - Tolima

Se observa 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 100% y 70% ETo y la fertilización química obtuvieron los mejores valores para la mayoría de las variables evaluadas.

- **Lebrija - Santander**

Se evaluaron dos cosechas, las del año 2010 y 2011. Los niveles de fertilización afectaron significativamente el peso del fruto, grosor de la cáscara y peso del jugo (Anexo H). El peso del fruto fue mayor en las plantas a las cuales se les aplicó el tratamiento N1 (Figura 33), así mismo se obtuvo valores de grosor de cáscara más altos, lo cual favorece la poscosecha por que hace que estos sean más resistentes al manipulado y transporte según Agustí (2003). Los regímenes de riego afectaron significativamente el peso del jugo (figura 34) obteniendo valores más altos con la lámina L1 (46.86 g); esta variable tuvo menor respuesta a la aplicación de N2 con 43.04 g, comparado con N1 (45.83 g).

La interacción presentó diferencias estadísticas en peso del fruto, grosor de la cáscara, peso de jugo, % de ácido cítrico y vitamina C (Anexo H). El peso total del fruto en el año 2010 osciló entre 137.63 a 107.78 g (figura 33, anexos I y J), correspondiendo a la interacción L2xN1 y L1xN2, respectivamente. Para los frutos cosechados en el año 2011 el peso del fruto se encontró entre 118.64 a 97.14 g, correspondiendo a la interacción L2xN1 y L2xN1, respectivamente. En los dos años de evaluación se observó que la lámina 70% ETo con la fertilización 100% química, presenta los mejores valores (137.63 g) para esta variable, en comparación con la interacción lámina 100% y el doble de la fertilización química que presenta los valores más bajos (107.78 g), esto se debe, tal vez, al antagonismo entre nutrientes al aplicar más cantidad que la requerida según el análisis de suelos.

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 de 30%, para todos los tratamientos evaluados en comparación a los datos registrados para El Espinal. Los valores de promedio de peso del fruto concuerdan con lo reportado por Morales (2004).

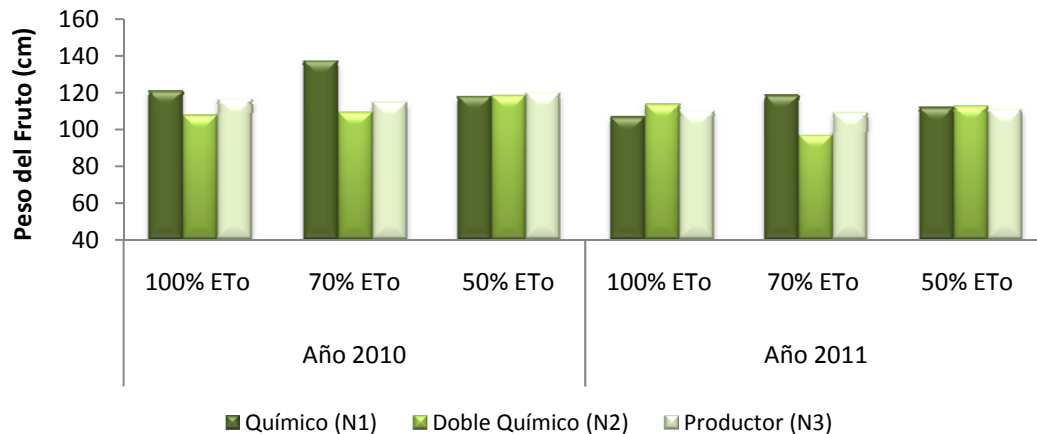


Figura 33. Efecto de la interacción riego y fertilización sobre el peso del fruto de lima acida Tahití. Finca La Esmeralda, Lebrija, Santander.

El diámetro ecuatorial y polar de los frutos no presentó diferencias significativas. El diámetro ecuatorial se encontró entre 5.51 a 5.87 cm, según la norma técnica colombiana No. 4087 para lima acida Tahití los frutos se encuentran en el calibre C, aceptable para exportación, consumo en fresco e industria.

El grosor de la cáscara de los frutos evaluados se encuentra dentro de un rango 3.48-2.55mm. Las plantas que recibieron el 50%ETo y la fertilización 100% química obtuvieron el valor más alto, por lo cual estos frutos son más resistentes al manipuleo.

El peso de jugo es una de las variables más importantes a tener en cuenta. Las plantas a las cuales se les aplica una lámina de 100%ETo obtuvieron el valor más alto, en comparación con la lámina 70% ETo. De los niveles de fertilización el mejor valor se obtuvo con 100% químico, y el más bajo con el doble del químico.

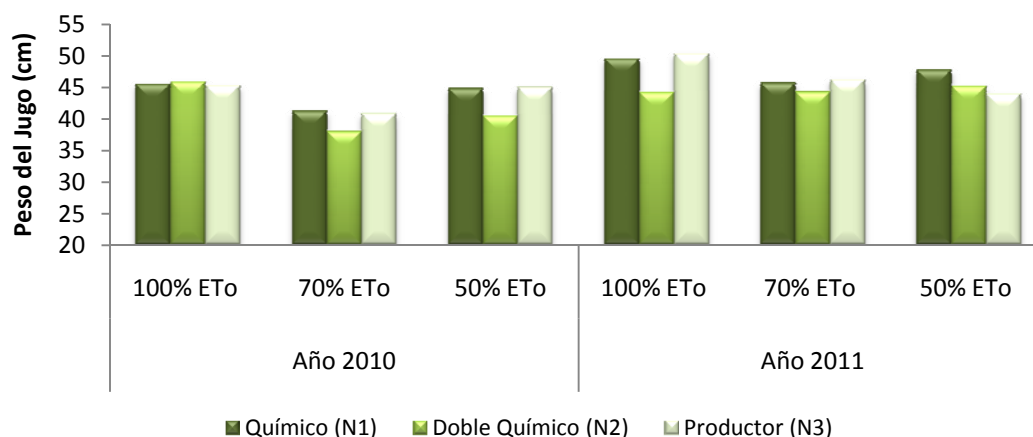


Figura 34. Efecto de la interacción riego y fertilización en el peso del jugo del fruto de lima acida tahiti. Finca La Esmeralda, Lebrija, Santander.

Los contenidos de vitamina C más altos se obtuvieron con la interacción lámina 0.70 ETo con la fertilización del productor (29,81 mg/100 ml Zumo), en comparación con los valores obtenidos con la interacción lámina 100% ETo con el doble de la fertilización química (24,86 mg/100 ml Zumo). La lámina 0.7 ETo presentó los mejores valores para esta variable. El promedio de contenido de vitamina C (27,3 mg/100 ml Zumo) en esta localidad es menor al encontrado en el Espinal-Tolima (36.0 mg/100 ml Zumo).

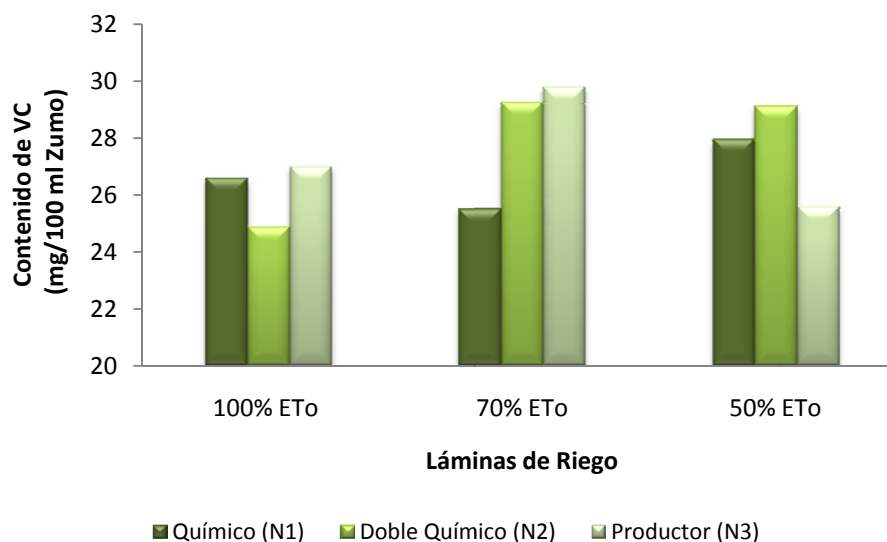


Figura 35. Efecto de la interacción riego y fertilización en el contenido de vitamina C del fruto de lima acida tahiti. Finca La Esmeralda, Lebrija, Santander.

Se observa un patrón de comportamiento del efecto de los diferentes regímenes de riego y niveles de fertilización sobre las variables físico-químicas del fruto. L2*N1 generó mejores valores para todas las variables. Aplicar el doble de la fertilización química no es

una opción precisamente económica, pues el cultivo no asimilará más de los que requiere y por tanto el aumento en el nivel de N no se reflejará en una mejor en la calidad del fruto.

SANTO TOMAS – ATLANTICO

De esta localidad solo se evaluó la cosecha del primer semestre del 2011, debido a que el cultivo inicio producción en febrero del año 2011. A continuación se evalúan los resultados obtenidos estadísticamente:

Los regímenes de riego afectaron significativamente las variables peso del fruto, peso del jugo y grados brix (Anexo K). Los niveles de fertilización afectaron significativamente el diámetro polar del fruto. En cuanto a las láminas de riego, el peso total del fruto osciló entre 99,81 ga 85,81g (Anexo L), correspondiendo a la lámina de riego 100% ETo y 50% ETo, respectivamente, el mayor peso del fruto se obtuvo con la lámina de mayor consumo (100% ETo). En los resultados obtenidos para el análisis realizado, se reporta un promedio de peso del fruto de 92,7 g, este promedio es más alto a los obtenidos en el Espinal (79,6 g) y menor a los reportados en Lebrija (114,1 g). El valor más alto de peso del fruto se obtuvo con la fertilización química (97,82 g) y el más bajo con la fertilización del productor (86,10 g), este mismo comportamiento se observa en los análisis estadísticos realizados en las cosechas de Lebrija, tanto para las láminas de riego como para los tratamientos de fertilización.

En la interacción la lámina 100% ETo con la fertilización del productor presentó el mejor valor para peso del fruto (103,82 g), en comparación con interacción lámina 50% ETo con fertilización del productor que presentó un valor promedio de 74,52 g. En la figura 36 se muestran los valores promedios obtenidos para cada tratamiento.

La lámina de 100% ETo tuvo el mejor valor para diámetro ecuatorial (5,54 cm) en comparación con la lámina 50% ETo que tuvo un valor de 5,28 cm, sin presentar diferencias significativas entre tratamientos. Según la norma técnica colombiana NTC4087 para lima acida Tahití los frutos se encuentran en el calibre C, aceptable para exportación, en cuanto a características físicas. En cuanto a los niveles de fertilización los valores más altos para diámetro ecuatorial (5,52 cm) se obtuvieron con el nivel de fertilización 100% químico (recomendado según el análisis de suelos), presentando diferencias significativas con la fertilización utilizada por el productor con la que se obtuvo un valor de 5,30 cm . El mayor diámetro longitudinal lo presentaron los frutos de árboles a los cuales se les aplica una fertilización 100% química y el menor con la fertilización del productor, presentando diferencias significativas a la prueba utilizada. Para las láminas de riego no hubo diferencias significativas obteniendo el mejor valor la lámina 1.0 ETo, como se puede observar en el anexoL.

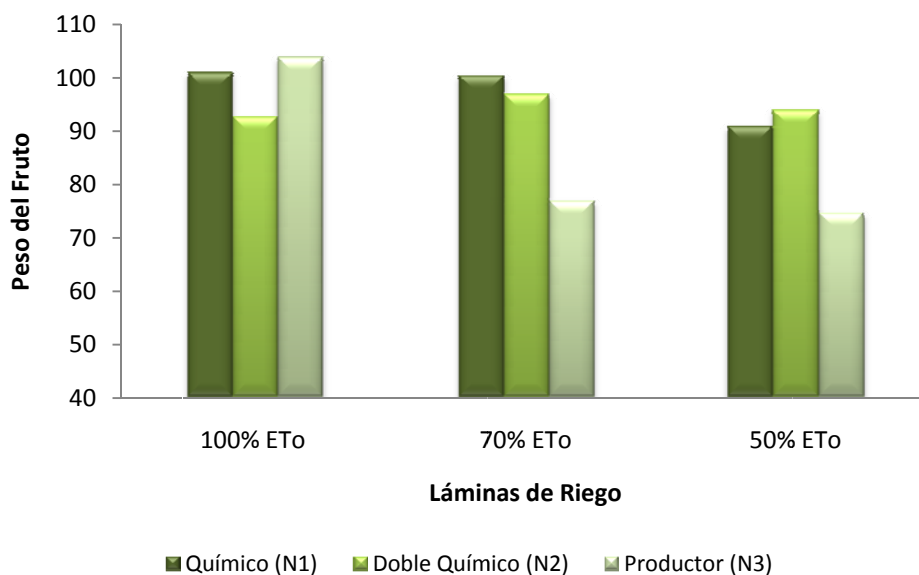


Figura 36. Efecto de la interacción riego y fertilización sobre el peso del fruto de lima acida Tahití. Santo Tomas - Atlántico.

Para la variable peso de jugo (Figura 37) se presentaron diferencias significativas, las plantas a las cuales se les aplica una lámina de 100% ETo presentaron el valor más alto, en comparación con la lámina 50% ETo. La interacción lámina 100% ETo con fertilización del productor obtuvo los mejores valores (59,21 g) en comparación con la interacción lámina 50% ETo con fertilización del productor (37.48 g).

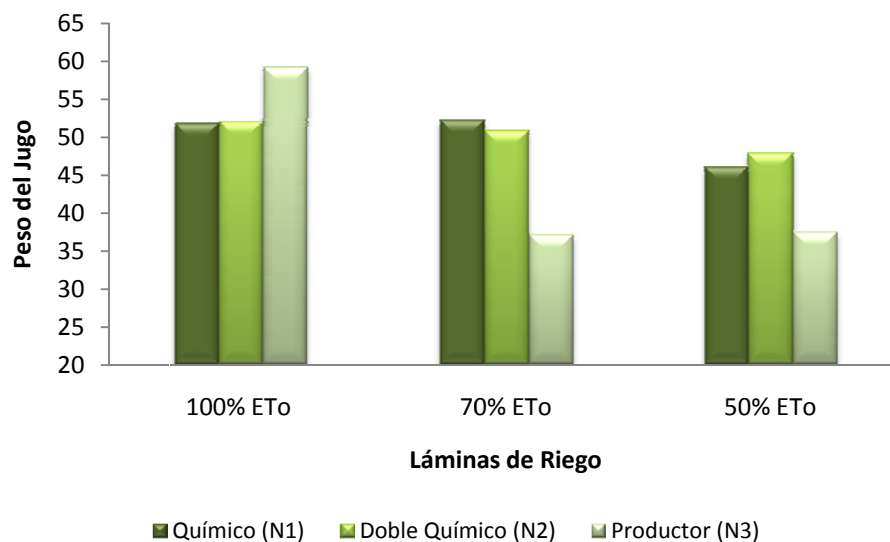


Figura 37. Efecto de la interacción riego y fertilización en el peso del jugo de los frutos de lima acida Tahití. Santo Tomas - Atlántico.

Los valores de °Brix obtenidos en esta cosecha no se encuentran en el rango aceptable de cantidad de sólidos solubles mayor a 7% (NTC, 4087), ya que para todos los tratamientos los valores están por debajo de 7. De los niveles de fertilización evaluados los mejores valores para esta variable se presentaron con la fertilización del productor. Con la lámina de 100%ETose obtuvieron los valores más altos de grados brix.

El contenido de vitamina C (Figura 38) más alto se obtuvo con la lámina 50% ETo con 34,48 mg/100 ml Zumo, sin presentar diferencias significativas con las otras dos láminas evaluadas. La fertilización del productor obtuvo los mejores valores para esta variable, mientras que la fertilización 100% química presentó los menores, sin presentar diferencias significativas. El contenido de vitamina Cen esta localidad (33,9 mg/100 ml Zumo) es similar al encontrado en el Espinal-Tolima (36 mg/100 ml Zumo) y es mayor a los encontrados en Lebrija (27,3 mg/100 ml Zumo).

Los resultados sugieren que para la localidad Santo Tomás, la calidad del fruto presenta tendencias en calidad que superan en algunas características a localidades que tiene una producción estabilizada, y que aún cuando la época de producción ha sido retrasada, la calidad es adecuada.

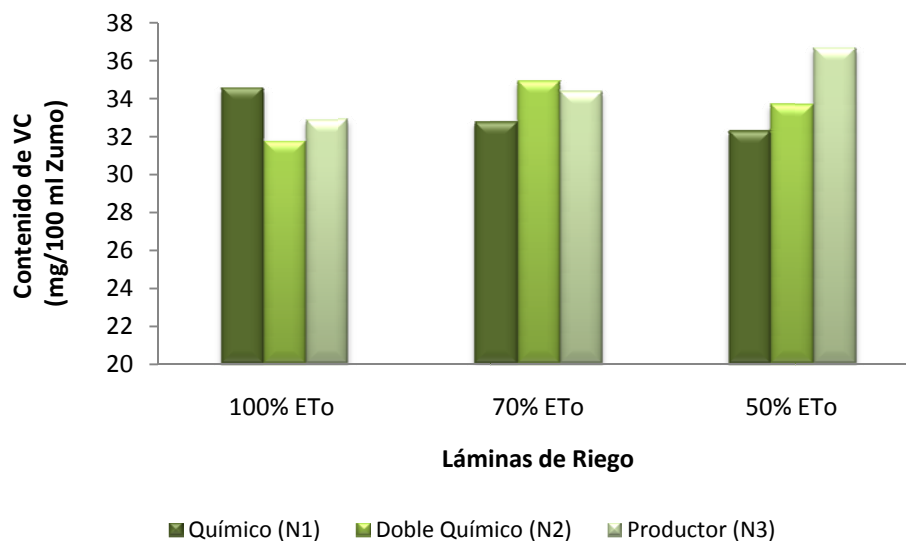


Figura 38. Efecto de la interacción riego y fertilización sobre el contenido de vitamina C del fruto de lima acida Tahití. Santo Tomas - Atlántico.

Se observa un patrón de comportamiento del efecto de los diferentes regímenes de riego y niveles de fertilización sobre las variables físico-químicas del fruto, representado en la respuesta o la tendencia a responder mejor a la interacción L1*N1, con la cual se obtuvo los mejores valores para la mayoría de las variables evaluadas.

4.5 ANÁLISIS DE CORRELACIONES

La variable rendimiento registro una correlación negativa con respecto a las variables diámetro ecuatorial, diámetro polar, grosor de la cascara y acidez, sugiriendo que a mayor rendimiento menor va a ser el diámetro ecuatorial, diámetro polar, grosor de la cascara y acidez (Anexo M). Como se observa en la Tabla 22, las medias del rendimiento y diámetro ecuatorial de frutos de Espinal con 22,9 t/ha y 5.0 cm, respectivamente, mientras que Lebrija con un rendimiento de 19,5 t/ha y 5,7 cm de diámetro ecuatorial.

Tabla 22. Promedio de las variables evaluadas para cada localidad

Variable	Espinal	Lebrija	Santo Tomas
Diámetro Ecuatorial (cm)	5,0	5,7	5,4
Diámetro Longitudinal (cm)	5,5	6,2	6,1
Peso del fruto (g)	79,6	114,1	92,7
Grosor de Cascara (mm)	2,0	3,0	3,1
Peso de Jugo (g)	40,2	44,7	48,6
% de Jugo	50,0	44,1	52,1
% Ácido Cítrico	9,6	6,3	9,5
°Brix	9,0	7,2	6,1
Vitamina C (mg/100 ml)	36,0	27,3	33,9
Rendimiento	22,9	19,5	2,2

El rendimiento tuvo una alta asociación positiva con respecto a las variables altura y diámetro de copa, indicando que al incrementar la altura y el diámetro de copa del árbol el rendimiento mejora, dado que aumenta el volumen productivo del árbol.

El peso del fruto presentó una correlación positiva con el diámetro ecuatorial, diámetro polar y grosor de la cascara, sugiriendo que a mayor peso del fruto incrementan las variables mencionadas. El peso del fruto tuvo una correlación negativa con el porcentaje de jugo, los grados brix y vitamina C, indicando que el incremento del peso del fruto disminuyen éstas características.

El contenido de vitamina C tuvo asociaciones negativas con respecto a caracteres físicos químicos del fruto como diámetro ecuatorial, diámetro polar, peso del fruto, grosor de la cascara, porcentaje de jugo y acidez, mientras que para el rendimiento y grados brix mostró lo contrario, correlaciones positivas con respecto a estas mismas (Anexo M). Esto significa que el incremento de vitamina C en frutos favorece la cantidad grados brix en el mismo.

4.6 ANALISIS MULTIVARIADO

En el Análisis de Componentes Principales (Tabla 23), las magnitudes relativas de los diferentes Autovalores muestran la importancia relativa de cada variable canónica para capturar la mayor fuente de variación que separa a los grupos. Dos componentes explicaron el 89.07% de la variación total.

Tabla 23. Análisis de componentes principales. Valores propios de la matriz de Correlación para las variables evaluadas.

Autovalores de la matriz de correlación				
	Autovalor	Diferencia	Proporción	Acumulado
CP1	7.44867698	2.42723208	0.5320	0.5320
CP2	5.02144490		0.3587	0.8907

Variable	CP 1	CP 2
Diámetro Ecuatorial (cm)	0,337	-0,149
Diámetro Longitudinal (cm)	0,327	-0,171
Peso del Fruto (g)	0,351	0,020
Grosor de la Cascara (mm)	0,288	-0,215
Peso jugo (g)	0,035	-0,259
% Jugo	-0,334	-0,120
Acidez	-0,066	-0,426
Rendimiento (t/ha)	-0,107	0,390
Altura (m)	0,150	0,402
Área de Copa (m2)	0,317	0,217
Diámetro Copa NS (m)	-0,299	0,235
Diámetro Copa EO (m)	-0,297	0,235
Diámetro Tallo (cm)	0,277	0,274
Diámetro Patrón (cm)	0,259	0,304

El primer componente (CP 1) explicó el 53.20% de la variabilidad total existente entre las variables evaluadas y determina su máxima dispersión de acuerdo al peso del fruto, diámetro ecuatorial y polar del fruto, y de último la variable porcentaje de jugo. El segundo componente (CP 2) explicó el 35.87% de la varianza total y estuvo asociado con el rendimiento y la altura de la planta (Figura 39).

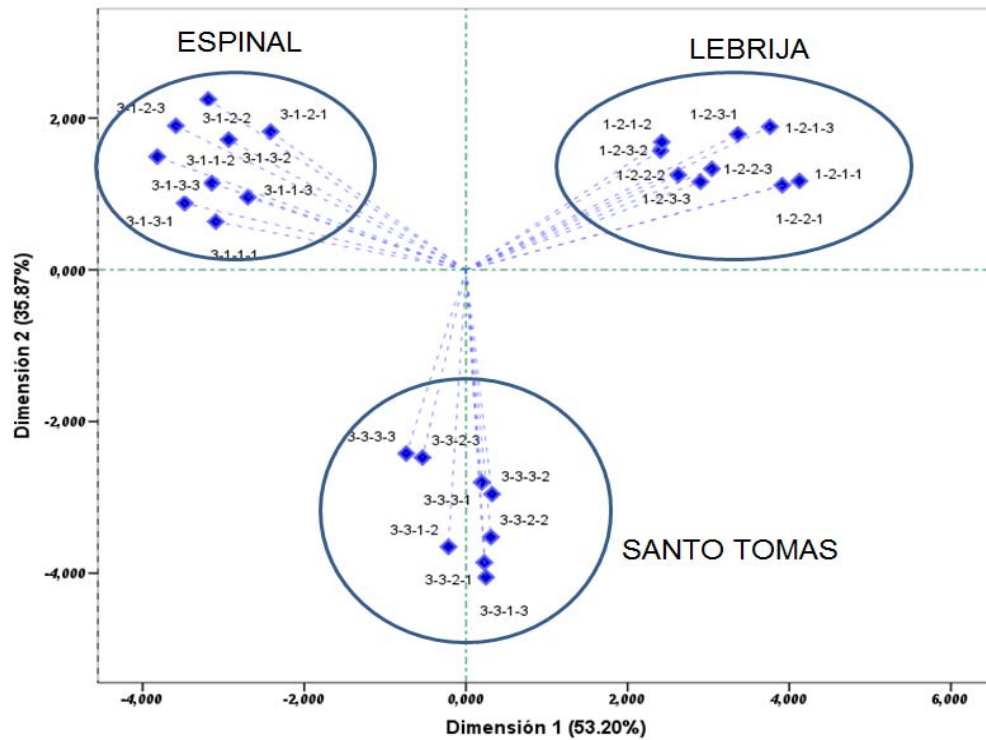
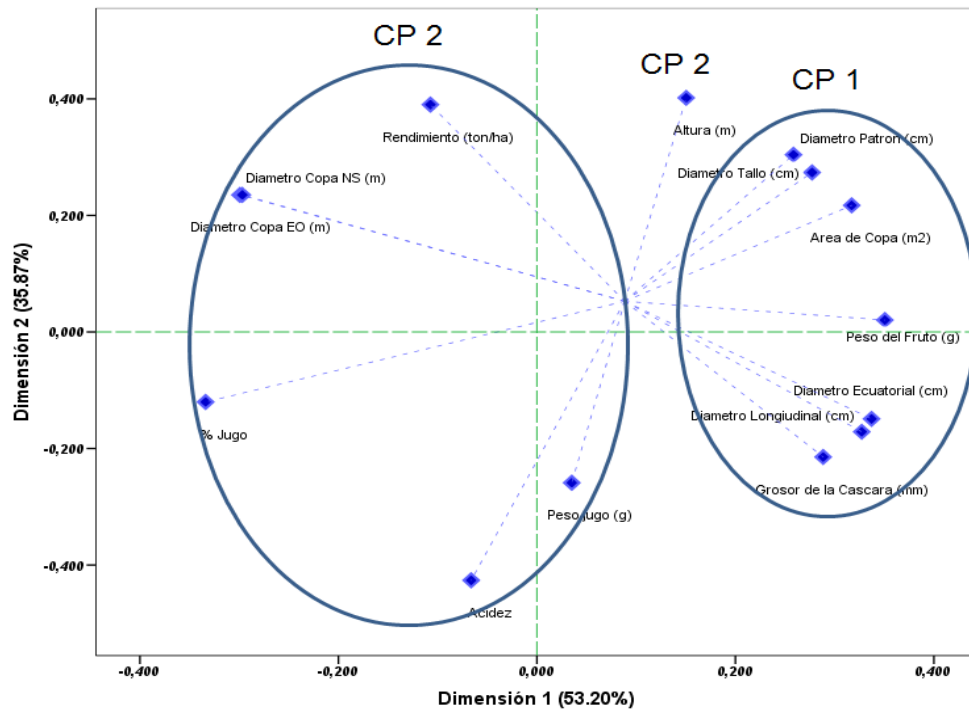


Figura 39. Proyección en dos componentes principales, clasificación por variables.

Al realizar el análisis de clasificación representado en un dendograma (Figura 40), las variables se agruparon de acuerdo a la localidad, indicando que hay diferencias muy marcadas entre ellas, que no son afectadas por el riego y la fertilización, la principal variabilidad de los datos tomados es la diferencia entre las localidades.

Las variables más contrastantes entre localidades son: rendimiento, peso del fruto, porcentaje de jugo, acidez y vitamina C.

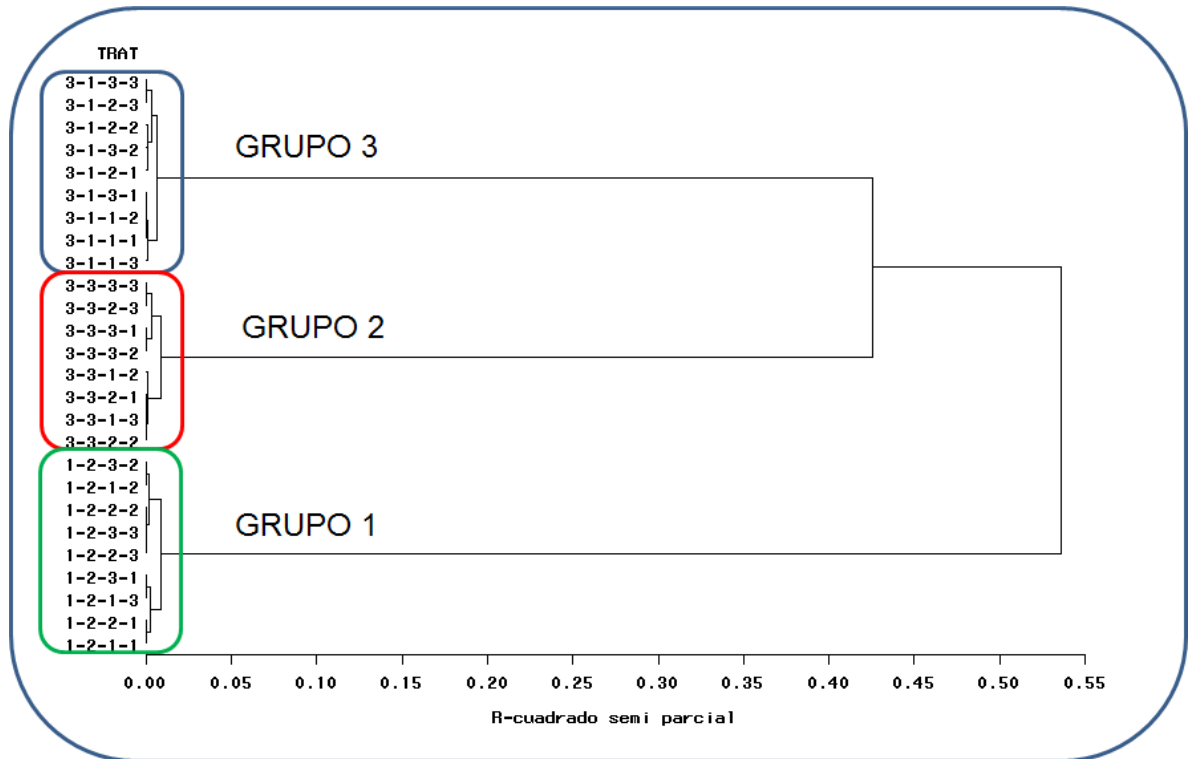


Figura 40. Dendograma de la influencia del riego y fertilización en lima acida Tahití.

4.7 ANÁLISIS ECONÓMICO

ESPINAL - TOLIMA

En la tabla 24 se muestra el análisis de costos para esta localidad; asimismo se puede observar la relación de los costos variables de cada alternativa y el promedio de los beneficios netos obtenidos. Las interacciones L1*N1y L1*N2, presentaron los valores más altos de beneficio neto en comparación con el tratamiento L3*N3.

Se verifica que un productor que invierta en la tecnificación de su cultivo, aplicando un régimen hídrico adecuado y un plan de fertilización como N2, puede conseguir el mejor beneficio neto, en tanto que mejora su rendimiento. Se debe además 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 en con los resultados obtenidos, donde un productor puede mejorar en un 54% su rentabilidad, realizando un adecuado manejo del riego y la nutrición.

Tabla 24. Presupuesto parcial de la interacción riego y fertilización en el cultivo de lima acida Tahití. Espinal – Tolima. 2011.

Láminas de Riego	Niveles de Fertilización	Ren (t/ha)	Beneficio Bruto (\$/ha)	Costos		TOTAL Costos Variables (\$/ha)	Beneficio neto parcial (\$/ha año)
				Variables (\$/ha)	Costo MO (\$21 000)		
100% ETo	Químico	31,30	21.910.000	1.796.939	5.460.000	7.256.939	14.653.061
	2 x Químico	33,12	23.184.000	3.360.639	5.460.000	8.820.639	14.363.361
	Productor	29,30	20.510.000	2.588.089	5.460.000	8.048.089	12.461.911
70% ETo	Químico	22,78	15.946.000	1.797.513	5.460.000	7.257.513	8.688.487
	2 x Químico	27,83	19.481.000	3.360.257	5.460.000	8.820.257	10.660.743
	Productor	22,00	15.400.000	2.588.663	5.460.000	8.048.663	7.351.337
50% ETo	Químico	19,68	13.776.000	1.796.557	5.460.000	7.256.557	6.519.443
	2 x Químico	22,59	15.813.000	3.361.213	5.460.000	8.821.213	6.991.787
	Productor	20,28	14.196.000	2.587.707	5.460.000	8.047.707	6.148.293

LEBRIJA – SANTANDER

En la tabla 25 se muestra el análisis de costos para esta localidad; asimismo se puede observar la relación de los costos variables de cada alternativa y el promedio de los beneficios netos obtenidos. Es evidente que algunas de las alternativas presentadas serían difícilmente escogidas por el agricultor. Las interacción L1*N1 presenta un beneficio neto negativo, en cambio de ganar el productor estaría perdiendo. Las interacciones que presentan mayor beneficio neto son lámina L2*N1 y L3*N3.

De acuerdo a los resultados, un productor que opte por L1, donde el régimen de restitución hídrica es el mayor no estaría obteniendo la mejor rentabilidad, en tanto que estaría consumiendo agua y energía en exceso, sin tener en cuenta que el cultivo puede ser rentable con un menor consumo, sabiendo que la mejor respuesta a rendimiento y calidad se presenta con menor lámina de riego. La rentabilidad aumenta en el tiempo cuando la inversión inicial del sistema de riego se amortiza.

La posibilidad de aplicar una menor lámina de riego, dada la benéfica condición climática, respecto de otras zonas, permite suministrar riego al nivel de L3, sin afectar el rendimiento o la calidad. Asimismo un menor suministro de N, dado el contenido en el suelo, hace que la producción sea rentable con una menor magnitud valorada en cada tratamiento, para este caso la nutrición usada por el productor.

Tabla 25. Presupuesto parcial de la interacción riego y fertilización en el cultivo de lima acida tahiti. Lebrija - Santander. 2011.

Láminas de Riego	Niveles de Fertilización	Ren (t/ha)	Beneficio Bruto (\$/ha)	Costos Variables(\$/ha)	Costo MO (\$23.000)	TOTAL Costos Variables (\$/ha)	Beneficio neto parcial (\$/ha año)
100% ETo	Químico	11,29	7.906.201	2.768.123	5.980.000	8.748.123	- 841.922
	2 x Químico	23,58	16.506.566	5.170.169	5.980.000	11.150.169	5.356.397
	Productor	19,35	13.547.810	865.031	5.980.000	6.845.031	6.702.779
70% ETo	Químico	24,39	17.070.312	2.768.201	5.980.000	8.748.201	8.322.111
	2 x Químico	26,62	18.634.924	5.170.246	5.980.000	11.150.246	7.484.678
	Productor	16,56	11.590.600	865.031	5.980.000	6.845.031	4.745.569
50% ETo	Químico	19,63	13.743.548	2.768.154	5.980.000	8.748.154	4.995.394
	2 x Químico	24,11	16.878.960	5.170.200	5.980.000	11.150.200	5.728.760
	Productor	22,04	15.427.160	865.062	5.980.000	6.845.062	8.582.098

SANTO TOMAS - ATLANTICO

En la tabla 26 se muestra el análisis de costos para la localidad de Santo Tomás, Atlántico. Como es de esperar, dado el bajo rendimiento expresado a la aplicación de tratamientos, no se obtienen beneficios en cualquiera de los casos evaluados. Tal como se indicó anteriormente los resultados obtenidos para Santo Tomás no representan lo que podría suceder en un huerto en producción, dada la condición en la cual se encontraba el huerto evaluado. No se podría entonces hablar de pérdidas o beneficios, sin embargo se presentan los resultados obtenidos a fin que se relacionen las tendencias. Sin embargo se puede verificar que la tendencia es a consumir un mayor nivel de agua y fertilización.

Los resultados del análisis de costos para Santo Tomás, hace referencia a la situación específica que registra actualmente el productor, donde ha realizado una inversión en sistema de conducción hídrica, instalación y manejo del cultivo, la cual ha mantenido durante cinco años, desde la fecha de instalación y en la actualidad no ha obtenido una ganancia, debido al atraso fisiológico que expresa el huerto.

Tabla 26. Presupuesto parcial de la interacción riego y fertilización en el cultivo de lima acida tahiti. Santo Tomas - Atlántico. 2011.

Láminas Riego	Niveles de Fertilización	Ren (t/ha)	Beneficio Bruto (\$/ha)	Costos Variables(\$/ha)	Costo MO (\$23.000)	TOTAL Costos Variables (\$/ha)	Beneficio neto parcial (\$/ha año)
100% ETo	Químico	2,77	3.462.750	1.176.689	4.160.000	5.336.689	- 1.873.939
	2 x Químico	4,83	6.038.438	4.031.525	4.160.000	8.191.525	- 2.153.088
	Productor	1,39	1.731.375	1.177.125	4.160.000	5.337.125	- 3.605.750
70% ETo	Químico	1,49	1.865.455	2.109.090	4.160.000	6.269.090	- 4.403.635
	2 x Químico	3,10	3.878.036	4.031.090	4.160.000	8.191.090	- 4.313.054
	Productor	2,77	3.462.750	1.176.689	4.160.000	5.336.689	- 1.873.939
50% ETo	Químico	1,05	1.312.500	2.110.179	4.160.000	6.270.179	- 4.957.679
	2 x Químico	1,43	1.781.250	4.032.179	4.160.000	8.192.179	- 6.410.929
	Productor	1,05	1.313.036	1.177.779	4.160.000	5.337.779	- 4.024.743

5 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. Para el caso del huerto en la costa Atlántica donde la demanda es mayor que para las otras zonas evaluadas, el manejo antecedente al huerto fue determinante para los resultados obtenidos en esta investigación, situación propiciada por el estado ambiental con características desérticas que hace costosa la actividad agrícola.

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, 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. Para situaciones ambientales donde la demanda del medio es alta: altas temperaturas, baja humedad relativa, alta radiación, etc., el riego permitió mantener activa fotosíntesis la mayor parte del día, en tanto que no hay cierre estomático por estrés, representando al final de la temporada un mayor rendimiento. Sin embargo, no es solo la expresión de un adecuado régimen hídrico, sino la aplicación de niveles de nutrición adecuados a la necesidad del cultivo y la deficiencia del suelo.

En localidades como 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%ET_o y el doble de la nutrición nitrogenada (N₂ = 200%N), representada en el balance entre el déficit del suelo (análisis químico) y las necesidades de la planta, complementada con la aplicación 100% de los demás nutrientes, esto es, lo que indica un análisis de suelo. 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 ($K_c = 1,0$), pues un inadecuado suministro hídrico implica activar el sistema de protección de la planta ante la deshidratación, en consecuencia el mal funcionamiento del aparato fotosintético: cierre parcial o total de estomas, traslocación de fotoasimilados entre otros. El resultado es similar al encontrado por Alves, (2006), quien reporta $K_c = 1,0$ para las condiciones de Piracicaba, Brazil, localidad con una alta demanda evapotranspirativa.

Para condiciones como las de Lebrija Santander, donde la condición climática es benévola, donde la demanda es menor, en función de la alta humedad relativa, baja radiatividad (menos horas sol), alta nubosidad, 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 a los tratamientos evaluados, éste valor puede aumentar o disminuir en función del desarrollo del cultivo durante el año, más es posible obtener un buen rendimiento, calidad tipo exportación y un mayor beneficio neto con el suministro del 50%ET_o, de acuerdo a los resultados de esta investigación.

Téngase en cuenta que la ETo, no es constante a lo largo de la vida del cultivo o el ciclo productivo, y que en algunos casos el suministro de agua debe ser realizado con aporte de energía eléctrica, cuyo valor estará en función del tiempo de riego y la frecuencia del mismo. La ETo es independiente del costo de la energía y debe ser suplida en cualquiera de los casos, sin embargo al realizar un ajuste de la ETo, puede hacer que el consumo disminuya en función de la condición climática y no se deba regar con un Kc constante. Para ello, es necesario que los productores mejoren la tecnificación de sus cultivos, aún con una alta inversión inicial, la cual se amortiza rápidamente al disminuir el consumo energético y aumentar el rendimiento y la calidad de la cosecha. Es recomendable la instalación en los huertos comerciales de las estaciones meteorológicas automática y un sistema de riego que permitan hacer un adecuado uso del recurso hídrico y energético.

El riego y la fertilización afectan el peso, diámetro, % de jugo y contenido de vitamina C del fruto. El porcentaje de acidez y °Brix están más influenciados por las variables ambientales que por el efecto del riego y la fertilización.

El déficit de agua tiene una influencia negativa sobre el peso del fruto, el porcentaje de jugo y contenido de vitamina C.

Al aplicar una fertilización basada en los requerimientos del cultivo, análisis de suelos y foliar se obtiene mejor calidad del fruto.

BIBLIOGRAFÍA

Alva A, Paramasivam S, Graham W y Wheaton T. 2006. **Nitrogen best management practice for citrus trees: Fruit yield, quality, and leaf nutritional.** En: **Scientia Horticulturae. Vol. 107, No. 3; p.233-244.**

Agustí M. 2003. **Citricultura.** Departamento de producción vegetal, Universidad Politécnica, Valencia-España. Segunda Edición. Ediciones Mundiprensa. 422 p.

Alves Júnior, J. 2006. **Necessidade hídrica e resposta da cultura de lima ácida 'Tahiti' a diferentes níveis de irrigação.** Tesis de doctorado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Sao Pablo. 100 p.

Caicedo A. Nataima. 2000. **Necesidades hídricas de la lima acida tahiti.** Corporación colombiana de investigación agropecuaria. 44 pp.

Coelho F., Coelho E., Magalhães A. 2004. **Irrigação e Fertirrigação em Citros, Circular técnica.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasil. 60 p.

CORPOICA, C.I. Nataima. 2000. **Novena Jornada Tecnológica de Investigación y Transferencia en frutales de clima cálido y medio, Marzo 14/2000.** 45 p.

Corrales A. 2002. **Manual ilustrado para la producción de cítricos en Colombia.** Asocítricos, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Social. Convenio MADR-Asocítricos. 167 p.

Díaz L., Aguirre E., Isea F. y Hernández Y. 2004. **Efecto de la fertilización sobre el rendimiento la calidad de frutos de lima Tahití (Citrus latifolia Tanaka), Rev. Fac. Agron. (LUZ).** 21 Supl. 1: 285-291.

FAO. 2006. **Estadísticas anuales. Frutos Cítricos Frescos y Elaborados.** CCP:CI/ST2006. 20 p.

Gálvis I., 2004. **La Lima Tahití una alternativa productiva dentro de los cítricos para Santander.** 90 p.

Holdridge L., Grenke E., Hatheway T., Liang J. 1971. **Forest environments in tropical lifezones, a pilot study.** Pergamon Press, Oxford. 747 p.

Lopera J., Lopera H. 1986. **Manual de análisis socioeconómico de resultados de ajuste de tecnología.** Instituto colombiano agropecuario ICA. Palmira. Pp 29-71.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). 2005. **La Cadena de cítricos en Colombia. Documento de trabajo No.107. 18 p.**

Morales J., López J. 2004. **Manejo de lima Tahití en Santander para exportación. 25 p.**

Norma Técnica Colombiana. 1997. **NTC 4087. Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC). Bogotá. 28 p.**

Orduz O. 2008. **Comportamiento de la producción de lima acida Tahití. Bogotá, Colombia. 14 p.**

PROEXANT. (Página consultada el 16 de agosto de 2011). LIMON TAHITI, [On-line]. Dirección URL: http://www.proexant.org.ec/HT_Lim%C3%B3n.html
Rodríguez C. M, 2002. Guía Técnica: Cultivo de limón pérsico [en línea]. San Salvador, El Salvador CENTA [citado 2007-02-14] disponible en: <http://www.agronegocios.gob.sv/comoproducir/guiascenta/limon.pdf>

Quaggio J., Mattos D., Cantarella H., Almeida E. y Cardoso S. 2002. **Lemon yield and fruit quality affected by NPK fertilization. Scientia Horticulturae Volume 96, Issues 1-4: 151-162.**

Rodríguez C. 2002. Guía Técnica: Cultivo de limón pérsico [en línea]. San Salvador, El Salvador CENTA [citado 2007-02-14] disponible en: <http://www.agronegocios.gob.sv/comoproducir/guiascenta/limon.pdf>

Silva C., Ricardo D., Folegatti H., Marcos V., TonnyJ, da et al. 2005. **Water relations and photosynthesis as criteria for adequate irrigation management in 'Tahiti' lime trees. Sci. agric. (Piracicaba, Braz.), Sept./Oct. 2005, vol.62, no.5, p.415-422. ISSN 0103-9016.**

Torres A., J.S., Cruz V., R., Y Villegas T., F., 1996. **Avances técnicos para la programación y manejo del riego en caña de azúcar. Cali, CENICAÑA. Serie técnica No. 19. 53 pp.**

Velandia, T., Rodríguez, H., Morales, V. 1977. **Estudio detallado de suelos de Santander. Centro Nacional de Investigaciones. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 103 pp.**


ANEXOS

Anexo A. Esquema hoja de cálculo. Balance hídrico


Fecha	A. Evaporación	B.Tratamiento	C.Tratamiento	D.Tratamiento	E.Área	F.Volumen	G.Tiempo Riego (min),	H.Válvula
01/06/2009	5,1	2,55	0,00283	Lamina 1	0,385	1,09	8,2	1
	5,1	3,825	0,00425	Lamina 2	0,385	1,6	12,3	2
	5,1	5,1	0,00567	Lamina 3	0,385	2,1	16,4	3
02/06/2009	5,4	2,7	0,003	Lamina 1	0,385	1,1	8,7	1
	5,4	4,05	0,00450	Lamina 2	0,385	1,7	13,0	2
	5,4	5,4	0,00600	Lamina 3	0,385	2,3	17,3	3
03/06/2009	6,3	3,15	3,50	Lamina 1	0,385	1347,5	10,1	1
	6,3	4,725	5,25	Lamina 2	0,385	2021,3	15,2	2
	6,3	6,3	7,00	Lamina 3	0,385	2695,0	20,2	3

A/Ev: medida del tanque clase A; B/Ev*Kt*Tratamiento(0.5, 0.75, 1); C/ (B*Eficiencia goteo)/1000; D/Tratamiento; E/Área definida por un gotero*número goteros; F/(C[m]*E[m²])*1000; G/ F/(Q gotero[L*min⁻¹]*Número goteros); H/Válvula de tratamiento


Anexo B. Relación análisis de suelos. Espinal, Tolima.

RESULTADO ANALISIS DE SUELO																																					
		USUARIO: ANTONIO MARIA CAICEDO DIRECCION: KM 9 VIA ESPINAL DEPTO: TOLIMA MUNICIPIO: ESPINAL								VEREDA: LA DULCE FINCA: CEIBA ALTURA (metros): 400 CULTIVO: LIMON				T. ANALISIS: COMPLETO ESTADO: NO INDICA																							
		Ident. Nueva 101		No. Reg. 4381	Prof. (cm) 0-10	Textura FA	pH 7,8	M.O. % 0,8	P 6,4	S 3,0	Al+H 0,00	Sat. Al % 0	Al 0,00	Ca 2,84	Mg 1,04	K 0,08	Na 0,87	CCE 5,08	C.E. 0,47	Fe 8	Cu 0,3	Mn 1,3	Zn 0,4	B 0,20													
Interpretación de Resultados																																					
Contenido en el suelo		1001	Alc	Bajo	Bajo	NL	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	NS	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio																					
Claves de Interpretación																																					
E.A.: Estroniamiento Acido					A.A.: Alcalino					M.S.: No salino					F.S.: Fuertemente Salino					M.L.: No Unitario																	
M.A.: Moderadamente Acido					M.A.A.: Muy Alcalino					L.S.: Ligeramente Salino					M.F.S.: Muy Fuertemente Salino					L.G.: Ligeramente Limitado																	
C.A.: Condición Adecuada										M.S.: Moderadamente Salino										N.D.: No Detectable																	
Relaciones de Cationes					Valor					Interpretación					Saturación de Cationes					Valor					Interpretación												
Ca / Mg					2,8					Valores ideales: 3 - 5					Saturación de Calcio (Ca):					58,4 %					Medio												
Ca / K					38,7					Valores ideales: 12 - 18					Saturación de Magnesio (Mg):					20,6 %					Exceso												
Mg / K					13,8					Valores ideales: 4 - 6					Saturación de Potasio (K):					1,8 %					Deficiente												
(Ca + Mg) / K					40,7					Valores ideales: 12 - 20					Saturación de Sodio (Na):					19,4 %					Medio												
Recomendaciones de Fertilizantes Puros																																					
Cosis es g/ha/ha de nutrientes puros																																					
N		P ₂ O ₅		K ₂ O		CuO		MgO																													
80		30		60		8		25																													
Observaciones y/o Recomendaciones																																					
Limón establecimiento: Valor muy bajo de Materia Orgánica, incrementarla con la adición de 1 a 4 kg de Abono Orgánico muy bien compostado y bien mezclado con el suelo. Aplicar incorporando al suelo y dividiendo en 4 aplicaciones al año, con las épocas de lluvia y/o riego suplementaria: 220g de Sulfato de Azufre/abotón + 115 g de 12-26-6 /abotón + 110g de Sulfato de Potasio/abotón + 100g de Incentilabotón + 15g de Sulfato de Cobalto/abotón + 15g de Sulfato de Fierro/abotón + 15g de Sulfato de Manganeso/abotón + 15g de Sulfato de Zinc/abotón.																																					
Consultar al Ingeniero agrónomo asesor.																																					
Métodos de Análisis																																					
Toditas: Tiro: (P) Arena, (L) Limo, (F) Arcilla, (F) Fango pH: Potenciometría, relación suelo-agua 1:2,5 M.O.: Materia Orgánica (Método - Walkley-Black) modificado P: Fósforo Disponible (Bray 1) S: Azufre Disponible (Fósforo Murexalico) Al+H: Anión Intercambiable, KCl 1 N					Cationes de Cambio (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺): Análisis de Amonio 1M a pH 7.00 CCE: Capacidad de intercambio Cationico Electrodo (Suma de Cationes) Elementos Menores (Cu, Fe, Mn, Zn): Olan Modificado B: Boro (Fósforo Murexalico) C.E.: Conductividad Eléctrica																																
															<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">Fecha de Entrada</th> <th style="text-align: center;">Día</th> <th style="text-align: center;">Mes</th> <th style="text-align: center;">Año</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Fecha de Salida</td> <td style="text-align: center;">15</td> <td style="text-align: center;">12</td> <td style="text-align: center;">2008</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">05</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">2009</td> </tr> </tbody> </table>					Fecha de Entrada			Día	Mes	Año	Fecha de Salida			15	12	2008				05	01	2009
Fecha de Entrada			Día	Mes	Año																																
Fecha de Salida			15	12	2008																																
			05	01	2009																																
															Luis Gabriel Torres R. VO BO DIRECTOR DEL LABORATORIO																						


AnexoB. Relación análisis de suelos. Espinal, Tolima.

RESULTADO ANALISIS DE SUELO																																																																												
		USUARIO: ANTONIO MARIA CAICEDO DIRECCION: KM 9 VIA ESPINAL DEPTO: TOLIMA MUNICIPIO: ESPINAL								VEREDA: LA DULCE FINCA: CEBEA ALTURA (s.n.m.s.l.): 400 CULTIVO: LIMON								T. ANALISIS: COMPLETO ESTADO: NO INDICA																																																										
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Ítem. Nuestra</th> <th rowspan="2">No. Reg.</th> <th rowspan="2">Prof. (cm)</th> <th rowspan="2">Textura</th> <th rowspan="2">pH</th> <th rowspan="2">M.O. %</th> <th colspan="2">P</th> <th rowspan="2">S</th> <th rowspan="2">Al+H cmol/kg</th> <th rowspan="2">Sat. Al %</th> <th colspan="4">Cationes de Cambio</th> <th rowspan="2">CCE</th> <th rowspan="2">C.E. dS/m</th> <th colspan="5">Elementos Menores</th> </tr> <tr> <th>mg/kg</th> <th>mg/kg</th> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>K</th> <th>Na</th> <th>Fe</th> <th>Cu</th> <th>Mn</th> <th>Zn</th> <th>B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M2</td> <td>4382</td> <td>10-20</td> <td>FA</td> <td>9,3</td> <td>0,8</td> <td>15,4</td> <td>4,5</td> <td>0,00</td> <td>0</td> <td>0,00</td> <td>9,68</td> <td>2,71</td> <td>0,08</td> <td>4,01</td> <td>16,48</td> <td>1,12</td> <td>6</td> <td>0,3</td> <td>1,4</td> <td>0,4</td> <td>0,45</td> </tr> </tbody> </table>																						Ítem. Nuestra	No. Reg.	Prof. (cm)	Textura	pH	M.O. %	P		S	Al+H cmol/kg	Sat. Al %	Cationes de Cambio				CCE	C.E. dS/m	Elementos Menores					mg/kg	mg/kg	Ca	Mg	K	Na	Fe	Cu	Mn	Zn	B	M2	4382	10-20	FA	9,3	0,8	15,4	4,5	0,00	0	0,00	9,68	2,71	0,08	4,01	16,48	1,12	6	0,3	1,4
Ítem. Nuestra	No. Reg.	Prof. (cm)	Textura	pH	M.O. %	P		S	Al+H cmol/kg	Sat. Al %	Cationes de Cambio				CCE	C.E. dS/m	Elementos Menores																																																											
						mg/kg	mg/kg				Ca	Mg	K	Na			Fe	Cu	Mn	Zn	B																																																							
M2	4382	10-20	FA	9,3	0,8	15,4	4,5	0,00	0	0,00	9,68	2,71	0,08	4,01	16,48	1,12	6	0,3	1,4	0,4	0,45																																																							
Interpretación de Resultados <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>Contenido en el suelo</td> <td>4382</td> <td>MAlc</td> <td>Bajo</td> <td>Baja</td> <td>NL</td> <td>Alto</td> <td>Alto</td> <td>Bajo</td> <td>Alto</td> <td>NS</td> <td>Bajo</td> <td>Baja</td> <td>Bajo</td> <td>Baja Media</td> </tr> </table>																						Contenido en el suelo	4382	MAlc	Bajo	Baja	NL	Alto	Alto	Bajo	Alto	NS	Bajo	Baja	Bajo	Baja Media																																								
Contenido en el suelo	4382	MAlc	Bajo	Baja	NL	Alto	Alto	Bajo	Alto	NS	Bajo	Baja	Bajo	Baja Media																																																														
Claves de Interpretación																																																																												
E.A.: Entremedamente Acido				A.A.: Alcalino				N.S.: No salino				F.S.: Fuertemente Salino				N.L.: No Limitante																																																												
M.A.: Moderadamente Acida				N.A.A.: Muy Alcalino				L.S.: Ligero Salino				M.F.S.: Muy Fuertemente Salino				L.G.: Ligero Limitante																																																												
C.A.: Condición Adecuada								M.S.: Moderadamente Salino								N.D.: No Detectable																																																												
Relaciones de Cationes																																																																												
Relaciones de Cationes		Valor		Interpretación		Relaciones de Cationes		Valor		Interpretación		Relaciones de Cationes		Valor		Interpretación		Relaciones de Cationes		Valor		Interpretación																																																						
Ca / Mg		3,6		Valores ideales: 3 - 5		Saturación de Calcio (Ca)		58,7 %		Medio		Ca / K		110,0		Valores ideales: 13 - 18		Saturación de Magnesio (Mg)		16,5 %		Medio																																																						
Mg / K		31,4		Valores ideales: 4 - 6		Saturación de Potasio (K)		0,5 %		Deficiente		(Ca + Mg) / K		143,4		Valores ideales: 12 - 20		Saturación de Sodio (Na)		24,3 %		Alto																																																						
Observaciones y Recomendaciones																																																																												
Recomendaciones de Nutrientes Para:						Limón establecimiento: Valor muy baja de Materia Orgánica, incrementarla con la adición de 1 a 4 kg de Abono Orgánico muy bien compostado y bien mezclado con el suelo. Aplicar incorporando al suelo y dividiendo en 4 aplicaciones al año, con las épocas de lluvia y/o riego suplementario: 220g de Sulfato de Amonio/árbol/año + 115 g de 13-25-6 /árbol/año + 110g de Sulfato de Potasio/árbol/año + 100g de Hierro/árbol/año + 15g de Sulfato de Cobalto/árbol/año + 15g de Sulfato Ferrico/árbol/año + 15g de Sulfato de Manganeso/árbol/año + 15g de Sulfato de Zinc/árbol/año.																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="5">Dosis en g/árbol/año de nutrientes puros</th> </tr> <tr> <th>N</th> <th>P₂O₅</th> <th>K₂O</th> <th>CaO</th> <th>MgO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>80</td> <td>30</td> <td>60</td> <td>0</td> <td>25</td> </tr> </tbody> </table>						Dosis en g/árbol/año de nutrientes puros					N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	80	30	60	0	25																																																								
Dosis en g/árbol/año de nutrientes puros																																																																												
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO																																																																								
80	30	60	0	25																																																																								
Consultar al Ingeniero agrónomo asesor.																																																																												
Métodos de Análisis																																																																												
Textura: Tacto (0) Arena, (1) Limo, (2) Arcilla, (3) Franco pH: Potenciometría, relación suero - agua 1:2,5 M.O.: Materia Orgánica (Walkley - Black Modificada) P: Fósforo Disponible (Bray II) S: Azufre Disponible (Fosfato Micoalino) Al+H: Acidez Intercambiable, KCl 1 N						Cationes de Cambio (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺): Acetato de Amonio 1M a pH 7,80 CCE: Capacidad de Intercambio Cationico Electiva (Suma de Cationes) Elementos Menores (Cu, Fe, Mn, Zn): Clasen Modificado B: Boro (Fosfato Menoratico) CE: Conductividad Eléctrica						<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Día</th> <th>Mes</th> <th>Año</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fecha de Entrada</td> <td>15</td> <td>12</td> <td>2008</td> </tr> <tr> <td>Fecha de Salida</td> <td>05</td> <td>01</td> <td>2009</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <i>Luis Gabriel Torres R.</i> Vc. Bc. DIRECTOR DEL LABORATORIO </p>											Día	Mes	Año	Fecha de Entrada	15	12	2008	Fecha de Salida	05	01	2009																																											
	Día	Mes	Año																																																																									
Fecha de Entrada	15	12	2008																																																																									
Fecha de Salida	05	01	2009																																																																									


Anexo B. Relación análisis de suelos. Espinal, Tolima.

RESULTADO ANALISIS DE SUELO																															
		USUARIO: ANTONIO MARIA CAJEDO DIRECCION: KM 9 VIA ESPINAL DEPTO: TOLIMA MUNICIPIO: ESPINAL										VEREDA: LA DULCE FINCA: CEIBA ALTURA (a.s.n.m.): 400 CULTIVO: LIMON																			
		T. ANALISIS: COMPLETO																													
		ESTADO: NO INDICA																													
Idem. Nuestra	No. Reg	Prof. (cm)	Textura	pH	M.O. %	Cationes de Cambio					Elementos Menores																				
						P mg/kg	S mg/kg	Al+H cmol/kg	Sat. Al %	Al	Ca	Mg	K	Na	CCE	C.E.	Fe	Cu	Mn	Zn	B										
MP3	4383	20	FA	8,5	0,7	20,8	4,6	0,00	0	0,00	10,84	3,51	0,11	5,51	18,76	1,28	6	0,5	1,2	0,6	0,41										
Interpretación de Resultados																															
Contenido en el suelo		4383		NAlc		Medio	Baja		NL		Alto	Alto	Bajo	Alto		NS	Bajo	Baja	Bajo	Baja	Medio										
Claves de Interpretación																															
E.A.: Excesivamente Acido					Alc.: Alcalino					N.S.: No salino					F.S.: Fuertemente Salino					N.L.: No Limitante											
M.A.: Moderadamente Acido					N.Alc.: Muy Alcalino					L.S.: Ligeramente Salino					M.F.S.: Muy Fuertemente Salino					L.G.: Ligeramente Limitante											
C.A.: Condición Adecuada										M.S.: Moderadamente Salino										N.D.: No Detectable											
Relaciones de Cationes					Valor					Interpretación					Saturación de Cationes					Valor					Interpretación						
Ca / Mg					3,0					Valores ideales: 3 - 5					Saturación de Calcio (Ca)					53,9 %					Medio						
Ca / K					100,8					Valores ideales: 17 - 18					Saturación de Magnesio (Mg)					17,7 %					Med						
Mg / K					33,2					Valores ideales: 4 - 6					Saturación de Potasio (K)					0,5 %					Deficiente						
(Ca + Mg) / N					133,9					Valores ideales: 12 - 20					Saturación de Sodio (Na)					27,9 %					Alto						
Recomendaciones de Nutrientes Puros																															
Dosis en gramos/litro de nutrientes puros																															
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO																											
60	30	60	0	25																											
Observaciones y/o Recomendaciones																															
Limón establecimiento: Valor muy baja de Materia Orgánica, incrementarla con la adición de 1 a 4 kg de Abono Orgánico muy bien compostado y bien mezclado con el suelo. Aplicar incorporando al suelo y realizando 4 aplicaciones al año, con las épocas de lluvia y riego suplementario: 230g de Sulfato de Amonio/árbol/año + 115 g de 13-25-6 /árbol/año + 110g de Sulfato de Potasio/árbol/año + 100g de Kieserita/árbol/año + 15g de Sulfato de Cobalto/árbol/año + 15g de Sulfato Ferroso/árbol/año + 15g de Sulfato de Manganeso/árbol/año + 15g de Sulfato de Zinc/árbol/año.																															
Consultar al ingeniero agrónomo asesor.																															
Métodos de Análisis																															
Textura: Tacto (A) Arena, (U) Limo, (A) Arcilla, (F) Franco										Cationes de Cambio (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺):																					
pH: Potenciometría, relación suero - agua 1:2,5										Acetato de Amonio 1M a pH 7,00																					
M.O.: Materia Orgánica (Walkley - Black Modified)										CCE: Capacidad de Intercambio Cationico Electivo (Suma de Cationes)																					
P: Fósforo Disponible (Bayer)										Elementos Menores (Cu, Fe, Mn, Zn): Clasen Modificado																					
Si: Azufre Disponible (Fosfato Maresaliki)										B: Boro (Fosfato Maresaliki)																					
Al+H: Acidez Intercambiable, KCl 1 N										C.E.: Conductividad Eléctrica																					
															<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Fecha de Entrada</th> <th>Día</th> <th>Mes</th> <th>Año</th> </tr> <tr> <td>Fecha de Salida</td> <td>15</td> <td>12</td> <td>2008</td> </tr> <tr> <td></td> <td>05</td> <td>01</td> <td>2009</td> </tr> </table>					Fecha de Entrada	Día	Mes	Año	Fecha de Salida	15	12	2008		05	01	2009
Fecha de Entrada	Día	Mes	Año																												
Fecha de Salida	15	12	2008																												
	05	01	2009																												
															<i>León Gabriel Torres R.</i> Vc. Br. DIRECTOR DEL LABORATORIO																


Anexo C. Relación análisis de suelos. Lebrija Santander.

RESULTADO ANALISIS DE SUELO																															
					USUARIO: CORPOICA C.I LA SUIZA DIRECCION: FINCA LA ESMERALDA DEPTO: SANTANDER MUNICIPIO: LEBRIJA					VEREDA: LA ESMERALDA FINCA: LA ESMERALDA ALTURA (a.s.n.m.): NO INDICA CULTIVO: LIMA ACIDA TAHITI					T. ANÁLISIS: COMPLETO ESTADO: NO INDICA																
Ident. Muestra	No. Reg.	Prof. (cm)	Textura	pH	M.O. %	Cationes de Cambio					Elementos Menores																				
						P	S	Al+H	Sat. Al	Al	Ca	Mg	K	Na	CICE	C.E.	Fe	Cu	Mn	Zn	B										
0-10	3828	0-10	ArA	4.6	2.7	mg / kg		cmol/kg	%	cmol(+) / kg					mg / kg																
						23.3	3.0	0.96	27	0.87	1.71	0.36	0.22	0.02	3.26	0.27	324	0.9	1.8	1.3	0.12										
Interpretación de Resultados																															
Contenido en el suelo	3828			EA		Medio	Bajo		LG		Bajo	Bajo	Medio	Bajo		NS	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo										
Claves de Interpretación																															
E.A.: Extremadamente Acido					Alc.: Alcalino					N.S.: No salino					F.S.: Fuertemente Salino					N.L.: No Limitante											
M.A.: Moderadamente Acido					M.Alc.: Muy Alcalino					L.S.: Ligeramente Salino					M.F.S.: Muy Fuertemente Salino					L.G.: Ligeramente Limitante											
C.A.: Codición Adecuada										M.S.: Moderadamente Salino										N.D.: No Detectable											
Relaciones de Cationes					Valor					Interpretación					Saturación de Cationes					Valor					Interpretación						
Ca / Mg					4.8					Valores ideales: 3 - 5					Saturación de Calcio (Ca):					52.4 %					Medio						
Ca / K					7.9					Valores ideales: 12 - 18					Saturación de Magnesio (Mg):					11.0 %					Medio						
Mg / K					1.7					Valores ideales: 4 - 6					Saturación de Potasio (K):					6.7 %					Exceso						
(Ca + Mg) / K					9.5					Valores ideales: 12 - 20					Saturación de Sodio (Na):					0.5 %					Bajo						
Observaciones y/o Recomendaciones																															
Recomendaciones de Nutrientes Puros					<p>Lima Acida Tahiti, establecimiento 0-1 año (0-10cm): Aplicar incorporando al suelo con 30 a 45 días de anterioridad a la época de establecimiento de los árboles en sitio definitivo y bien mezclado con el suelo 1,0 kg de Cal dolomítica/hoyo/año. Aplicar incorporando al suelo en forma de corona y dividiendo en 4 aplicaciones al año las siguientes dosis de fertilizantes 330 g de 17-6-18-2/árbol/año + 85g de Sulfato de Magnesio/árbol/año + 30g de Urea/árbol/año + 25g de Agrimins/árbol/año. Verificar con análisis foliares tempranos asimilación de Manganese por los árboles.</p>																										
Dosis en g/árbol/año de nutrientes puros																															
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO																											
70	20	60	0	35																											
Consultar al Ingeniero agrónomo asesor.																															
Métodos de Análisis																															
Textura: Tacto: (A) Arena, (L) Limo, (Ar) Arcilla, (F) Franco pH: Potenciométrico, relación suelo - agua 1:2,5 M.O.: Materia Orgánica (Walkley - Black Modificado) P: Fósforo Disponible (Bray II) S: Azufre Disponible (Fosfato Monocalcico) Al+H: Acidez Intercambiable, KCl 1 N										Cationes de Cambio (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺): Acetato de Amonio 1M a pH 7.00 CICE: Capacidad de Intercambio Cationico Efectiva (Suma de Cationes) Elementos Menores (Cu, Fe, Mn, Zn): Olsen Modificado B: Boro (Fosfato Monocalcico) C.E.: Conductividad Eléctrica																					
										<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Día</th> <th>Mes</th> <th>Año</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fecha de Entrada</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>2008</td> </tr> <tr> <td>Fecha de Salida</td> <td>01</td> <td>12</td> <td>2008</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><i>Luis Gabriel Torres R.</i> Vo. Bo. DIRECTOR DEL LABORATORIO</p>											Día	Mes	Año	Fecha de Entrada	10	11	2008	Fecha de Salida	01	12	2008
	Día	Mes	Año																												
Fecha de Entrada	10	11	2008																												
Fecha de Salida	01	12	2008																												

Anexo C. Relación análisis de suelos. Lebrija Santander

RESULTADO ANALISIS DE SUELO																																																																																																																																																																																																																									
		USUARIO: CORPOICA C.I LA SUIZA DIRECCION: FINCA LA ESMERALDA DEPTO: SANTANDER MUNICIPIO: LEBRIJA										VEREDA: LA ESMERALDA FINCA: LA ESMERALDA ALTURA (a.s.n.m.): NO INDICA CULTIVO: LIMA ACIDA TAHITI T. ANÁLISIS: COMPLETO ESTADO: NO INDICA																																																																																																																																																																																																													
												<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5">Cationes de Cambio</th> <th colspan="5">Elementos Menores</th> </tr> <tr> <th>Al</th> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>K</th> <th>Na</th> <th>Fe</th> <th>Cu</th> <th>Mn</th> <th>Zn</th> <th>B</th> </tr> </thead> </table>								Cationes de Cambio					Elementos Menores					Al	Ca	Mg	K	Na	Fe	Cu	Mn	Zn	B																																																																																																																																																																																		
		Cationes de Cambio					Elementos Menores																																																																																																																																																																																																																		
		Al	Ca	Mg	K	Na	Fe	Cu	Mn	Zn	B																																																																																																																																																																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ident. Muestra</th> <th>No. Reg.</th> <th>Prof. (cm)</th> <th>Textura</th> <th>pH</th> <th>M.O. %</th> <th>P mg/kg</th> <th>S mg/kg</th> <th>Al+H cmol/kg</th> <th>Sat. Al %</th> <th>Al</th> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>K</th> <th>Na</th> <th>CICE</th> <th>C.E. dS/m</th> <th>Fe</th> <th>Cu</th> <th>Mn</th> <th>Zn</th> <th>B</th> </tr> </thead> </table>										Ident. Muestra	No. Reg.	Prof. (cm)	Textura	pH	M.O. %	P mg/kg	S mg/kg	Al+H cmol/kg	Sat. Al %	Al	Ca	Mg	K	Na	CICE	C.E. dS/m	Fe	Cu	Mn	Zn	B	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="10">Cationes de Cambio</th> <th colspan="5">Elementos Menores</th> </tr> <tr> <th colspan="10">cmol_c / kg</th> <th colspan="5">mg / kg</th> </tr> </thead> </table>								Cationes de Cambio										Elementos Menores					cmol _c / kg										mg / kg																																																																																																																																																								
Ident. Muestra	No. Reg.	Prof. (cm)	Textura	pH	M.O. %	P mg/kg	S mg/kg	Al+H cmol/kg	Sat. Al %	Al	Ca	Mg	K	Na	CICE	C.E. dS/m	Fe	Cu	Mn	Zn	B																																																																																																																																																																																																				
Cationes de Cambio										Elementos Menores																																																																																																																																																																																																															
cmol _c / kg										mg / kg																																																																																																																																																																																																															
10-20										3829								10-20										A										4.4										2.0										35.3										2.5										1.25										33										1.00										1.25										0.29										0.18										0.02										2.98										0.27										233										0.8										1.9										1.3										0.12									
Interpretación de Resultados																																																																																																																																																																																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Contenido en el suelo</td> <td>3829</td> <td></td> <td></td> <td>EA</td> <td></td> <td>Medio</td> <td>Bajo</td> <td></td> <td>Limitante</td> <td></td> <td>Bajo</td> <td>Bajo</td> <td>Bajo</td> <td>Bajo</td> <td></td> <td>NS</td> <td>Alto</td> <td>Bajo</td> <td>Bajo</td> <td>Bajo</td> <td>Bajo</td> </tr> </table>																				Contenido en el suelo	3829			EA		Medio	Bajo		Limitante		Bajo	Bajo	Bajo	Bajo		NS	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo																																																																																																																																																																																
Contenido en el suelo	3829			EA		Medio	Bajo		Limitante		Bajo	Bajo	Bajo	Bajo		NS	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo																																																																																																																																																																																																				
Claves de Interpretación																																																																																																																																																																																																																									
E.A.: Extremadamente Acido					Aic.: Alcalino					N.S.: No salino					F.S.: Fuertemente Salino					N.L.: No Limitante																																																																																																																																																																																																					
M.A.: Moderadamente Acido					M.Aic.: Muy Alcalino					L.S.: Ligeramente Salino					M.F.S.: Muy Fuertemente Salino					L.G.: Ligeramente Limitante																																																																																																																																																																																																					
C.A.: Codición Adecuada										M.S.: Moderadamente Salino										N.D.: No Detectable																																																																																																																																																																																																					
Relaciones de Cationes										Saturación de Cationes																																																																																																																																																																																																															
					Valor					Interpretación										Valor					Interpretación																																																																																																																																																																																																
Ca / Mg					4.4					Valores ideales: 3 - 5					Saturación de Calcio (Ca):					42.1 %					Deficiente																																																																																																																																																																																																
Ca / K					7.1					Valores ideales: 12 - 18					Saturación de Magnesio (Mg):					9.7 %					Deficiente																																																																																																																																																																																																
Mg / K					1.6					Valores ideales: 4 - 6					Saturación de Potasio (K):					5.9 %					Exceso																																																																																																																																																																																																
(Ca + Mg) / K					8.8					Valores ideales: 12 - 20					Saturación de Sodio (Na):					0.5 %					Bajo																																																																																																																																																																																																
Recomendaciones de Nutrientes Puros										Observaciones y/o Recomendaciones																																																																																																																																																																																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5">Dosis en kg/ha de nutrientes puros</th> </tr> <tr> <th>N</th> <th>P₂O₅</th> <th>K₂O</th> <th>CaO</th> <th>MgO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>										Dosis en kg/ha de nutrientes puros					N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	0	0	0	0	0	Lima Acida Tahiti, establecimiento 0-1 año (10-20cm):																																																																																																																																																																																																
Dosis en kg/ha de nutrientes puros																																																																																																																																																																																																																									
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO																																																																																																																																																																																																																					
0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																					
Consultar al Ingeniero agrónomo asesor.																																																																																																																																																																																																																									
Métodos de Análisis																																																																																																																																																																																																																									
Textura: Tacto: (A) Arena, (L) Limo, (Ar) Arcilla, (F) Franco pH: Potenciométrico, relación suelo - agua 1:2,5 M.O.: Materia Orgánica (Walkley - Black Modificado) P: Fósforo Disponible (Bray II) S: Azufre Disponible (Fosfato Monocalcico) Al+H: Acidez Intercambiable, KCl 1 N										Cationes de Cambio (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺): Acetato de Amonio 1M a pH 7.00 CICE: Capacidad de Intercambio Cationico Efectiva (Suma de Cationes) Elementos Menores (Cu, Fe, Mn, Zn): Olsen Modificado B: Boro (Fosfato Monocalcico) C.E.: Conductividad Eléctrica																																																																																																																																																																																																															
										<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Día</th> <th>Mes</th> <th>Año</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fecha de Entrada</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>2008</td> </tr> <tr> <td>Fecha de Salida</td> <td>01</td> <td>12</td> <td>2008</td> </tr> </tbody> </table>											Día	Mes	Año	Fecha de Entrada	10	11	2008	Fecha de Salida	01	12	2008																																																																																																																																																																																										
	Día	Mes	Año																																																																																																																																																																																																																						
Fecha de Entrada	10	11	2008																																																																																																																																																																																																																						
Fecha de Salida	01	12	2008																																																																																																																																																																																																																						
										Luis Gabriel Torres R. Vo. Bo. DIRECTOR DEL LABORATORIO																																																																																																																																																																																																															

Anexo C. Relación análisis de suelos. Lebrija Santander

RESULTADO ANALISIS DE SUELO																																		
		USUARIO: CORPOICA C.I LA SUIZA DIRECCION: FINCA LA ESMERALDA DEPTO: SANTANDER MUNICIPIO: LEBRIJA										VEREDA: LA ESMERALDA FINCA: LA ESMERALDA ALTURA (a.s.n.m.): NO INDICA CULTIVO: LIMA ACIDA TAHITI								T. ANÁLISIS: COMPLETO ESTADO: NO INDICA														
												Cationes de Cambio								Elementos Menores														
		Ident. Muestra	No. Reg.	Prof. (cm)	Textura	pH	M.O. %	P mg / kg	S mg / kg	Al+H cmol/kg	Sat. Al %	Al	Ca	Mg	K	Na	CICE	C.E. dS/m	Fe mg / kg	Cu mg / kg	Mn mg / kg	Zn mg / kg	B mg / kg											
		20-40	3830	20-40	A	4.3	1.5	13.8	1.5	1.60	57	1.44	0.62	0.13	0.17	0.01	2.54	0.25	225	0.7	2.5	0.8	0.08											
Interpretación de Resultados																																		
Contenido en el suelo		3830		EA		Bajo		Bajo		Limitante		Bajo		Bajo		Bajo		Bajo		Bajo		NS		Alto		Bajo		Bajo		Bajo		Bajo		
Claves de Interpretación																																		
E.A.: Extremadamente Acido				Alc.: Alcalino				N.S.: No salino				F.S.: Fuertemente Salino				N.L.: No Limitante																		
M.A.: Moderadamente Acido				M.Alc.: Muy Alcalino				L.S.: Ligeramente Salino				M.F.S.: Muy Fuertemente Salino				L.G.: Ligeramente Limitante																		
C.A.: Codición Adecuada								M.S.: Moderadamente Salino								N.D.: No Detectable																		
Relaciones de Cationes						Valor		Interpretación				Saturación de Cationes				Valor		Interpretación																
Ca / Mg						4.7		Valores ideales: 3 - 5				Saturación de Calcio (Ca):				24.6 %		Deficiente																
Ca / K						3.7		Valores ideales: 12 - 18				Saturación de Magnesio (Mg):				5.3 %		Deficiente																
Mg / K						0.8		Valores ideales: 4 - 6				Saturación de Potasio (K):				6.7 %		Exceso																
(Ca + Mg) / K						4.5		Valores ideales: 12 - 20				Saturación de Sodio (Na):				0.4 %		Bajo																
Recomendaciones de Nutrientes Puros						Observaciones y/o Recomendaciones																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5">Dosis en g/árbol/año de nutrientes puros</th> </tr> <tr> <th>N</th> <th>P₂O₅</th> <th>K₂O</th> <th>CaO</th> <th>MgO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> </tbody> </table>						Dosis en g/árbol/año de nutrientes puros					N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	0	0	0	0	0	Lima Acida Tahiti, establecimiento 0-1 año (20-30cm):													
Dosis en g/árbol/año de nutrientes puros																																		
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO																														
0	0	0	0	0																														
						Consultar al Ingeniero agrónomo asesor.																												
Métodos de Análisis																																		
Textura: Tacto: (A) Arena, (L) Limo, (Ar) Arcilla, (F) Franco pH: Potenciométrico, relación suelo - agua 1:2,5 M.O.: Materia Orgánica (Walkley - Black Modificado) P: Fósforo Disponible (Bray II) S: Azufre Disponible (Fosfato Monocalcico) Al+H: Acidez Intercambiable, KCl 1 N										Cationes de Cambio (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺): Acetato de Amonio 1M a pH 7.00 CICE: Capacidad de Intercambio Cationico Efectiva (Suma de Cationes) Elementos Menores (Cu, Fe, Mn, Zn): Olsen Modificado B: Boro (Fosfato Monocalcico) C.E.: Conductividad Eléctrica																								
										<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Día</th> <th>Mes</th> <th>Año</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fecha de Entrada</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">11</td> <td style="text-align: center;">2008</td> </tr> <tr> <td>Fecha de Salida</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">12</td> <td style="text-align: center;">2008</td> </tr> </tbody> </table>											Día	Mes	Año	Fecha de Entrada	10	11	2008	Fecha de Salida	01	12	2008			
	Día	Mes	Año																															
Fecha de Entrada	10	11	2008																															
Fecha de Salida	01	12	2008																															
										Luis Gabriel Torres R. Vo. Bo. DIRECTOR DEL LABORATORIO																								

Anexo D. Relación análisis de suelos. Santo Tomas, Atlántico.

RESULTADO ANÁLISIS LABORATORIO QUÍMICA DE SUELOS



USUARIO: ALVARO CAICEDO ARANA
DIRECCION: EE CARIBIA
DEPTO:
MUNICIPIO:

VEREDA:
FINCA:
ALTURA (a.s.n.m.):
CULTIVO: LIMA ACIDA TAHITI

T. ANÁLISIS: COMPLETO + FISICA
ESTADO:

Ident. Muestra	No. Reg.	Prof. (cm)	Textura	pH	M.O. %	Cationes de Cambio					Elementos Menores										
						P mg/kg	S mg/kg	Al+H cmol/kg	Sat. Al %	Al	Ca	Mg	K	Na	CICE	C.E. dS/m	Fe	Cu	Mn	Zn	B
MUESTRA #1	4491	0-10	A	6,2	0,3	5,0	5,8	0,00	0	0,00	2,03	0,42	0,05	0,04	2,54	0,07	26	1,5	4,0	1,6	0,14

Interpretación de Resultados

Contenido en el suelo	4491	CA	Bajo	Bajo	NL	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	NS	Medio	Medio	Bajo	Medio	Bajo
-----------------------	------	----	------	------	----	------	------	------	------	----	-------	-------	------	-------	------

Claves de Interpretación

E.A.: Extremadamente Acido	Aic.: Alcalino	N.S.: No salino	F.S.: Fuertemente Salino	N.L.: No Limitante
M.A.: Moderadamente Acido	M.Aic.: Muy Alcalino	L.S.: Ligeramente Salino	M.F.S.: Muy Fuertemente Salino	L.G.: Ligeramente Limitante
C.A.: Codición Adecuada		M.S.: Moderadamente Salino		N.D.: No Detectable

Relaciones de Cationes	Valor	Interpretación	Saturación de Cationes	Valor	Interpretación
Ca / Mg	4,8	Valores ideales: 3 - 5	Saturación de Calcio (Ca):	79,8 %	Exceso
Ca / K	37,3	Valores ideales: 12 - 18	Saturación de Magnesio (Mg):	16,6 %	Ideal
Mg / K	7,7	Valores ideales: 4 - 6	Saturación de Potasio (K):	2,1 %	Deficiente
(Ca + Mg) / K	45,0	Valores ideales: 12 - 20	Saturación de Sodio (Na):	1,5 %	Bajo

Métodos de Análisis

Textura: Tacto: (A) Arena, (L) Limo, (Ar) Arcilla, (F) Franco	Cationes de Cambio (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺): Acetato de Amonio 1M a pH 7.00
pH: Potenciométrico, relación suelo - agua 1:2,5	CICE: Capacidad de Intercambio Cationico Efectiva (Suma de Cationes)
M.O.: Materia Orgánica (Walkley - Black Modificado)	Elementos Menores (Cu, Fe, Mn, Zn): Olsen Modificado
P: Fósforo Disponible (Bray II)	B: Boro (Fosfato Monocalcico)
S: Azufre Disponible (Fosfato Monocalcico)	C.E.: Conductividad Eléctrica
Al+H: Acidez Intercambiable, KCl 1 N	

Fecha de Entrada	03-mar-2009
Fecha de Salida	28-mar-2009

Yenny Rodriguez Giraldo
 Vo. Bo. DIRECTOR DEL LABORATORIO

Anexo D. Relación análisis de suelos. Santo Tomas, Atlántico.

RESULTADO ANÁLISIS LABORATORIO QUÍMICA DE SUELOS



USUARIO: ALVARO CAICEDO ARANA
DIRECCION: EE CARIBIA
DEPTO:
MUNICIPIO:

VEREDA:
FINCA:
ALTURA (a.s.n.m.):
CULTIVO: LIMA ACIDA TAHITI

T. ANÁLISIS: COMPLETO + FISICA
ESTADO:

Ident. Muestra	No. Reg.	Prof. (cm)	Textura	pH	M.O. %	P		S	Al+H cmol/kg	Sat. Al %	Al	Cationes de Cambio				CICE	C.E. dS/m	Elementos Menores				
						mg / kg	mg / kg					Ca	Mg	K	Na			Fe	Cu	Mn	Zn	B
MUESTRA #2	4492	10-20	A	6,6	0,3	8,9	5,5	0,00	0	0,00	2,00	0,41	0,04	0,04	2,49	0,06	12	1,3	3,3	1,3	0,10	

Interpretación de Resultados

Contenido en el suelo	4492	CA	Bajo	Bajo	NL	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	NS	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Bajo
-----------------------	------	----	------	------	----	------	------	------	------	----	------	-------	------	------	------

Claves de Interpretación

E.A.: Extremadamente Acido	Alc.: Alcalino	N.S.: No salino	F.S.: Fuertemente Salino	N.L.: No Limitante
M.A.: Moderadamente Acido	M.Alc.: Muy Alcalino	L.S.: Ligeramente Salino	M.F.S.: Muy Fuertemente Salino	L.G.: Ligeramente Limitante
C.A.: Codición Adecuada		M.S.: Moderadamente Salino		N.D.: No Detectable

Relaciones de Cationes	Valor	Interpretación	Saturación de Cationes	Valor	Interpretación
Ca / Mg	4,9	Valores ideales: 3 - 5	Saturación de Calcio (Ca):	80,1 %	Exceso
Ca / K	48,0	Valores ideales: 12 - 18	Saturación de Magnesio (Mg):	16,5 %	Ideal
Mg / K	9,9	Valores ideales: 4 - 6	Saturación de Potasio (K):	1,7 %	Deficiente
(Ca + Mg) / K	57,9	Valores ideales: 12 - 20	Saturación de Sodio (Na):	1,7 %	Bajo


Métodos de Análisis

Textura: Tacto: (A) Arena, (L) Limo, (Ar) Arcilla, (F) Franco	Cationes de Cambio (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺): Acetato de Amonio 1M a pH 7.00
pH: Potenciométrico, relación suelo - agua 1:2,5	CICE: Capacidad de Intercambio Cationico Efectiva (Suma de Cationes)
M.O.: Materia Orgánica (Walkley - Black Modificado)	Elementos Menores (Cu, Fe, Mn, Zn): Olsen Modificado
P: Fósforo Disponible (Bray II)	B: Boro (Fosfato Monocalcico)
S: Azufre Disponible (Fosfato Monocalcico)	C.E.: Conductividad Eléctrica
Al+H: Acidez Intercambiable, KCl 1 N	

Fecha de Entrada	03-mar-2009
Fecha de Salida	28-mar-2009

Yenny Rodriguez Giraldo
 Vo. Bo. DIRECTOR DEL LABORATORIO

Anexo D. Relación análisis de suelos. Santo Tomas, Atlántico

 <p>Corpoica Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</p>	CORPOICA - TIBAITATÁ LABORATORIO DE SUELOS RESULTADOS ANALISIS LABORATORIO

USUARIO:	ALVARO CAICEDO ARANA	DIRECCION:	CORPOICA - CARIBIA	CALICATA:	SANTO TOMAS
REGISTRO:	30-FISICA DE SUELOS	FECHA:	03/08/009		

CARACTERISTICAS HIDRODINAMICAS												
No.	Profundidad cm	POROSIDAD total	DENSIDAD		% de saturacion	RETENCION DE HUMEDAD (presión en Bares)						
			Aparente	Real		% humedad Volumétrica					C.C (% Vol)	P.M.P. (% Vol)
						0.1	0.3	1	3	15		
4084	0-20	38.35	1.64	2.66	43.05	9.68	8.65	8.20	6.19	5.20	9.68	5.20
4085	20-60	39.25	1.61	2.65	44.23	8.05	7.02	6.65	5.02	4.09	8.05	4.09
4086	60-100	38.87	1.62	2.65	42.69	7.48	6.67	6.28	4.72	3.77	7.48	3.77
4087	> -100	36.98	1.67	2.65	40.67	7.75	6.83	6.30	4.53	3.60	7.75	3.60

CC= capacidad de campo
 PMP= punto de marchites permanente

EDGAR VILLANEDA VIVAS
 LABORATORIO FISICA DE SUELOS

Elaboró: JAVIER DE JESUS TORRES RIVEROS

Anexo E. Análisis de varianza para las variables de calidad evaluadas en la localidad Espinal – Tolima

Fuente de Variación	Diametro ecua. (cm)		Diametrolong. (cm)		Peso del fruto (g)		G. Cascara (mm)		Peso del jugo (g)		% de jugo		% Ácido Cítrico		°Brix		Vitamina C (mg/100 ml)	
	CM	Pr >F _c	CM	Pr >F _c	CM	Pr >F _c	CM	Pr >F _c	CM	Pr >F _c	CM	Pr >F _c	CM	Pr >F _c	CM	Pr >F _c	CM	Pr >F _c
Rep.	0,01	0,133	0,02	0,350	39,26	0,075	0,02	0,683	17,39	0,514	2,04	0,842	0,16	0,752	0,37	0,490	1,19	0,845
Lam.	0,10	0,002	0,17	0,028	183,91	0,006	0,03	0,553	40,51	0,271	3,06	0,776	1,30	0,201	0,15	0,720	2,08	0,751
Fertiliz.	0,03	0,140	0,00	0,881	9,68	0,766	0,05	0,207	0,06	0,998	4,07	0,578	0,19	0,621	0,28	0,298	7,53	0,235
Lam x Fertiliz.	0,05	0,036	0,06	0,033	76,68	0,136	0,11	0,031	31,26	0,322	6,31	0,499	0,06	0,959	0,13	0,648	19,48	0,023
Promedio	5,0		5,5		79,6		2,0		40,2		50,0		9,6		9,0		36,0	
CV(%)	2,7		3,1		7,5		8,4		11,5		6,4		6,4		5,4		6,7	

Anexo F. Efecto del riego sobre la calidad del fruto. Cosecha 2010. Espinal – Tolima

Lámina riego	Fertilización	Diámetro Ecuat.(cm)	Diámetro Long. (cm)	Peso del fruto (g)	G. Casca. (mm)	Peso Jugo (g)	% de Jugo	% Ácido Cítrico	°Brix	Vit. C (mg/100 ml)
100% ETo (L1)	Químico (N1)	5,35ab	5,68ab	84,4ab	2,09a	36,94a	42,76c	12,13a	8,57abc	31,27efg
	Doble Químico (N2)	5,18abcd	5,67abc	82,46ab	2,22a	37,23a	45,27bc	11,69a	7,99bc	35,61abcdefg
	Productor (N3)	5,48a	5,94a	95,9a	2,28a	44,95a	43,96c	12,28a	8,45abc	30,87gf
70% ETo (L2)	Químico (N1)	5,29ab	5,63abcd	82,31ab	2,12a	34,96a	41,89c	12,63a	8,67abc	32,57cdefg
	Doble Químico (N2)	5,26abc	5,58abcd	83,39ab	2,16a	35,88a	42,49c	12,35a	8,5abc	29,27g
	Productor (N3)	5,29ab	5,69ab	86,03ab	2,25a	35,91a	40,46c	12,6a	8,65abc	33,01bcdefg
50% ETo (L3)	Químico (N1)	5,19abcd	5,62abcd	80,4ab	2,01a	34,64a	42,45c	11,48a	8,37abc	33,09bcdefg
	Doble Químico (N2)	5,25abc	5,71ab	84,56ab	2,27a	39,15a	44,23bc	11,26a	7,91abc	32,5cdefg
	Productor (N3)	5,31ab	5,69ab	83,32ab	1,95a	38,06a	43,26c	12,18a	8,66abc	31,98defg

Anexo G. . Efecto del riego sobre la calidad del fruto. Cosecha 2011. Espinal – Tolima

Lámina riego	Fertilización	Diámetro Ecuat.(cm)	Diámetro Long. (cm)	Peso fruto (g)	G. Casca. (mm)	Peso Jugo (g)	% de Jugo	% Ácido Cítrico	°Brix	Vit. C (mg/100 ml)
100% ETo (L1)	Químico (N1)	4,77def	5,42abcd	81,77ab	2,17a	45,59a	56,15a	7,06b	9,56ab	39,26abcd
	Doble Químico (N2)	4,71ef	5,29bcde	75,61b	1,85a	41,73a	54,66ab	7,33b	9,59a	42,48a
	Productor (N3)	4,82cdef	5,46abcde	79,44ab	1,94a	43,96a	56,54a	7,05b	9,19abc	38,84abcde
70% ETo (L2)	Químico (N1)	4,94bcde	5,34bcde	78,77ab	1,89a	47,32a	58,36a	7,17b	9,46abc	38,54abcdef
	Doble Químico (N2)	4,63ef	5,26bcde	74,63b	1,87a	45,83a	61,84a	7,44b	9,53ab	40,13abc
	Productor (N3)	4,58ef	5,11cde	69,67b	1,79a	40,14a	57,52a	7,27b	9,58a	40,86ab
50% ETo (L3)	Químico (N1)	4,58ef	5,1ed	71,27b	1,94a	41,77a	57,09a	7,37b	9,59a	40,12abc
	Doble Químico (N2)	4,6ef	5,25bcde	71,95b	2,28a	40,77a	54,62ab	7,03b	9,38abc	40,42abc
	Productor (N3)	4,49e	4,99e	66,72b	1,82a	38,07a	56,04a	6,94b	9,65a	37,4abcdef

Anexo H. Análisis de varianza para las variables de calidad evaluadas en la localidad Lebrija – Santander.

Fuente de Variación	Diametro ecua. (cm)		Diametrolong. (cm)		Peso del fruto (g)		G. Cascara (mm)		Peso del jugo (g)		% de jugo		% Ácido Cítrico		°Brix		Vitamina C (mg/100 ml)	
	CM	Pr >F _c	CM	Pr >F _c	CM	Pr >F _c	CM	Pr >F _c	CM	Pr >F _c	CM	Pr >F _c	CM	Pr >F _c	CM	Pr >F _c	CM	Pr >F _c
Rep.	0,21	0,020	0,15	0,078	38,97	0,476	0,02	0,709	16,02	0,095	39,85	0,303	0,43	0,015	0,02	0,843	0,30	0,950
Lam.	0,03	0,325	0,04	0,372	74,15	0,290	0,35	0,069	76,87	0,007	20,64	0,494	0,02	0,622	0,00	0,973	10,03	0,283
Fertiliz.	0,08	0,167	0,03	0,427	390,94	0,053	0,20	0,017	39,75	0,002	5,40	0,741	0,00	0,922	0,05	0,475	2,70	0,248
Lam x Fertiliz.	0,03	0,639	0,03	0,527	126,87	0,349	0,20	0,004	2,03	0,706	45,48	0,091	0,04	0,322	0,07	0,370	13,58	0,002
Promedio	5,7		6,2		114,1		3,0		44,7		44,1		6,3		7,2		27,3	
CV(%)	3,4		3,1		8,2		7,6		5,5		9,5		3,9		3,3		4,8	

Anexo I. Efecto del riego sobre la calidad del fruto. Cosecha 2010. Lebrija – Santander

Lámina riego	Fertilización	Diámetro Ecuat.(cm)	Diámetro Long. (cm)	Peso del fruto (g)	G. Casca. (mm)	Peso Jugo (g)	% de Jugo	% Ácido Cítrico
100% ETo (L1)	Químico (N1)	5,79a	6,54a	121,2ab	3,02abcd	45,69abc	33,49	6,63abc
	Doble Químico (N2)	5,51a	6,2a	107,78ab	2,55d	46,02abc	42,89	6,75ab
	Productor (N3)	5,56a	6,16a	116,62ab	3,17abcd	45,45abc	38,36	6,65abc
70% ETo (L2)	Químico (N1)	5,66a	6,07a	137,63a	3,44ab	41,29bc	34,01	6,83a
	Doble Químico (N2)	5,5a	6,16a	109,26ab	2,97abcd	38c	34,76	6,46abc
	Productor (N3)	5,5a	6,19a	114,8ab	2,83abcd	40,86bc	35,02	6,64abc
50% ETo (L3)	Químico (N1)	5,67a	6,17a	118,07ab	2,79abcd	44,91abc	38,03	6,36abc
	Doble Químico (N2)	5,62a	6,11a	118,4ab	3,41abc	40,53bc	34,42	6,55abc
	Productor (N3)	5,66a	6,26a	119,89ab	2,85abcd	45,1abc	37,18	6,42abc

Anexo J. Efecto del riego sobre la calidad del fruto. Cosecha 2011. Lebrija – Santander

Lámina riego	Fertilización	Diámetro Ecuat.(cm)	Diámetro Long. (cm)	Peso fruto (g)	G. Casca. (mm)	Peso Jugo (g)	% de Jugo	% Ácido Cítrico	°Brix	Vit. C (mg/100 ml)
100% ETo (L1)	Químico (N1)	5,66a	6,16a	106,45b	2,66d	49,53a	49,18a	5,85c	8,14a	26,59abc
	Doble Químico (N2)	5,76a	6,29a	113,39ab	3,06abcd	44,17abc	41,55a	5,87c	7,77a	24,86c
	Productor (N3)	5,77a	6,23a	109,65ab	2,69cd	50,33a	46,5a	6,04abc	8,11a	26,98abc
70% ETo (L2)	Químico (N1)	5,87a	6,5a	118,94ab	3,24abcd	45,74abc	40,25a	5,95bc	7,98a	25,52bc
	Doble Químico (N2)	5,47a	6,04a	97,14b	2,89abcd	44,29abc	47,02a	5,95bc	7,95a	29,27ab
	Productor (N3)	5,71a	6,23a	109,31ab	2,72bcd	46,26ab	44,02a	5,98bc	8,23a	29,81a
50% ETo (L3)	Químico (N1)	5,75a	6,33a	112,02ab	3,48a	47,81ab	45,45a	6,11abc	8a	27,96abc
	Doble Químico (N2)	5,73a	6,45a	112,76ab	3,17abcd	45,22abc	41,88a	6,04abc	8,14a	29,12ab
	Productor (N3)	5,72a	6,4a	110,84ab	3,11abcd	43,97abc	40,97a	6,01bc	8a	25,59bc

Anexo K. Análisis de varianza para las variables de calidad evaluadas en la localidad Santo tomas – Atlántico

Fuente de Variación	Diametro ecua. (cm)		Diametrolong. (cm)		Peso del fruto (g)		G. Cascara (mm)		Peso del jugo (g)		% de jugo		% Ácido Cítrico		°Brix		Vitamina C (mg/100 ml)	
	CM	Pr >F _c	CM	Pr >F _c	CM	Pr >F _c	CM	Pr >F _c	CM	Pr >F _c	CM	Pr >F _c	CM	Pr >F _c	CM	Pr >F _c	CM	Pr >F _c
Rep.	0,06	0,185	0,07	0,447	297,74	0,031	0,07	0,279	80,58	0,079	3,30	0,360	0,69	0,039	0,03	0,404	25,00	0,007
Lam.	0,08	0,155	0,10	0,361	242,65	0,043	0,23	0,067	180,40	0,022	37,36	0,014	0,02	0,813	0,45	0,011	2,49	0,233
Fertiliz.	0,11	0,135	0,22	0,031	354,78	0,058	0,15	0,313	89,34	0,135	7,44	0,433	0,01	0,966	0,00	0,716	6,04	0,294
Lam x Fertiliz.	0,13	0,090	0,08	0,172	278,94	0,072	0,21	0,214	134,73	0,048	11,09	0,321	0,36	0,197	0,05	0,051	8,90	0,171
Promedio	5,4		6,1		92,7		3,1		48,6		52,1		9,5		6,1		33,9	
CV(%)	3,8		3,3		10,0		11,0		12,1		5,4		4,5		1,8		6,1	

Anexo L. Efecto del riego sobre la calidad del fruto. Cosecha 2011. Santo tomas – Atlántico

Lámina riego	Fertilización	Diámetro Ecuat.(cm)	Diámetro Long. (cm)	Peso del fruto (g)	G. Casca. (mm)	Peso Jugo (g)	% de Jugo	% Ácido Cítrico	°Brix	Vit. C (mg/100 ml)
100% ETo (L1)	Químico (N1)	5,6a	6,33a	100,95a	3,03a	51,83ab	51,51a	9,33a	6,51a	34,63a
	Doble Químico (N2)	5,33a	6,08a	92,65a	2,53a	52,09ab	56,32a	9,7a	6,4a	31,79a
	Productor (N3)	5,64a	6,15a	103,82a	3a	59,21a	56,69a	9,5a	6,27abc	32,91a
70% ETo (L2)	Químico (N1)	5,53a	6,22a	100,44a	3,11a	52,38ab	52,41a	9,85a	5,84d	32,77a
	Doble Químico (N2)	5,52a	6,07a	96,92a	3,31a	50,98ab	52,37a	9,58a	5,82d	34,93a
	Productor (N3)	5,22a	5,67a	76,87a	2,69a	37,13b	48,23a	9,31a	6,1bcd	34,37a
50% ETo (L3)	Químico (N1)	5,41a	6,01a	90,77a	3,29a	46,14ab	50,16a	9,45a	5,88cd	32,29a
	Doble Químico (N2)	5,48a	6,21a	93,8a	3,37a	47,95ab	51,16a	9,1a	6,18abcd	33,71a
	Productor (N3)	5,00a	5,74a	74,52a	2,99a	37,48b	49,67a	9,86a	6,1cbd	36,71a

Anexo M. Análisis de Correlaciones

	DE (cm)	DL (cm)	P. Fruto (g)	GroCasc (mm)	P. jugo (g)	% Jugo	Acidez	°Brix	VC	Ren (t/ha)
DE (cm)	1	0,98 **	0,91 **	0,86 **	0,39 *	-0,72 **	0,14 ns	-0,92 **	-0,90 **	-0,51 **
DL (cm)		1	0,87 **	0,85 **	0,41 *	-0,69 **	0,19 ns	-0,93 **	-0,89 **	-0,53 **
P. Fruto (g)			1	0,69 **	0,23 ns	-0,86 **	-0,25 ns	-0,78 **	-0,81 **	-0,20 ns
GroCasc (mm)				1	0,18 ns	-0,65 **	0,33 ns	-0,96 **	-0,84 **	-0,70 **
P. jugo (g)					1	0,28 ns	0,50 **	-0,47 ns	-0,58 *	-0,35 ns
% Jugo						1	0,44 *	0,72 **	0,52 *	0,10 ns
Acidez							1	-0,98 **	-0,87 **	-0,78 **
°Brix								1	0,91 **	0,95 **
VC									1	0,88 **
Ren (t/ha)										1