

**EVALUACION PRELIMINAR DEL ARREGLO AGROFORESTAL EN LINEAS DE
LAUREL DE CERA *Myrica pubescens* CON PAPA *Solanum tuberosum* y AJO
Allium sativum EN LA VEREDA BOTANA, MUNICIPIO DE PASTO**

**ANA LUCIA RAMÍREZ PADILLA
JORGE ALBERTO VELEZ LOZANO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL
SAN JUAN DE PASTO**

2002

**EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL ARREGLO AGROFORESTAL EN LINEAS DE
LAUREL DE CERA *Myrica pubescens* CON PAPA *Solanum tuberosum* y AJO
Allium sativum EN LA VEREDA BOTANA, MUNICIPIO DE PASTO**

**ANA LUCIA RAMÍREZ PADILLA
JORGE ALBERTO VELEZ LOZANO**

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Agroforestal

**PRESIDENTE
JAIRO MUÑOZ HOYOS**

**COPRESIDENTE
BENJAMÍN SAÑUDO SOTELO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL
SAN JUAN DE PASTO**

2002

Nota de Aceptación

Dr. Jorge Fernando Navia
Delegado del comité asesor

Dr. Hugo Ruiz Eraso
Miembro del comité asesor

Dr. Héctor Ordóñez
Miembro del comité asesor

Pasto, 9 de Agosto de 2002

“Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado son responsabilidad exclusiva de sus autores”.

Artículo primero del acuerdo número 324 de octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño

A Dios

Mis padres

Mis hermanos

Mi esposo

Mi hija

ANA LUCIA RAMÍREZ PADILLA

A Dios

Mis padres

Mis hermanos

JORGE ALBERTO VÉLEZ LOZANO

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Jairo Muñoz Hoyos. Ingeniero Agrónomo. Magíster Sciencitaen. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. Director Plan de Investigación Fomento e Industrialización del laurel de cera (PIFIL)

Benjamín Sañudo Sotelo. Ingeniero Agrónomo. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

Jorge Fernando Navia Estrada. Ingeniero Agrónomo Magíster en Sistemas Agroforestales. Docente de la Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

Hugo Ruiz Eraso. Ingeniero Agrónomo. Magíster en suelos. Profesor Asistente de la Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

Héctor Ordóñez. Ingeniero Forestal. Magíster en bosques. Docente de la Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

Granja Experimental Botana.

Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño.

A todas las personas que de una u otra forma colaboraron en la elaboración de ésta investigación.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	
1. MARCO TEÓRICO	3
1.1 SISTEMAS AGROFORESTALES	3
1.1.1 GENERALIDADES	3
1.1.2 Efectos benéficos.	4
1.1.2.1 Adiciones al suelo	4
1.1.2.1.1 Mantenimiento o aumento de la materia orgánica	4
1.1.2.2 Reducción de pérdida de suelo	5
1.1.2.3 Efecto sobre las propiedades físicas	5
1.1.2.3.1 Humedad del suelo	6
1.1.2.3.2 Densidad real	6
1.1.2.3.3 Densidad aparente	6
1.1.2.3.4 Porosidad total	7
1.1.2.3.5 Conductividad hidráulica	7
1.1.3 Efectos adversos	8
1.2 PLANTACIONES EN LÍNEA	8
1.2.1 Competencia	9

1.2.2	Efectos negativos entre árboles y cultivos asociados	10
1.2.3	Influencia de especies y sitios sobre el grado de competencia	11
1.3	SISTEMA AGROFORESTAL LAUREL DE CERA. <i>Myrica pubescens</i> INTERCALADO CON CULTIVOS TRANSITORIOS EN EL MUNICIPIO DE PASTO	11
1.4	LAUREL DE CERA <i>Myrica Pubescens</i>	13
1.4.1	Generalidades	13
1.4.2	Morfología	13
1.4.3	Usos	14
1.4.4	El laurel se puede cultivar asociado	14
1.5	LA PAPA COMO INTERCALADO	14
2.	DISEÑO METODOLÓGICO	15
2.1	LOCALIZACIÓN	15
2.1.1	Geología	15
2.1.2	Geomorfología y tipo de suelos	15
2.1.3	Área	16
2.2	METODOLOGÍA	16
2.2.1	Material vegetal.	16
2.2.2	Diseño experimental	17
2.2.3	Tratamientos	17
2.3	VARIABLES DE EVALUACIÓN	17
2.3.1	Componente arbóreo	17
2.3.1.1	Altura	18

2.3.1.2	Diámetro	18
2.3.1.3	Cobertura	18
2.3.1.4	Número de ramas	18
2.3.1.5	Número de rebrotes	18
2.3.1.6	Supervivencia	19
2.3.1.7	Cosecha de Biomasa	19
2.3.2	Componente suelo	19
2.3.2.1	Propiedades físicas	19
2.3.2.1.1	Humedad del suelo	21
2.3.2.1.2	Densidad real	21
2.3.2.1.3	Densidad aparente	21
2.3.2.1.4	Porosidad total	21
2.3.2.1.5	Conductividad hidráulica	22
2.3.2.2	Propiedades químicas	23
2.3.3	Componente agrícola	23
2.3.3.1	Papa	23
2.3.3.1.1	Altura	23
2.3.3.1.2	Profundidad efectiva	23
2.3.3.1.3	Porcentaje de materia seca del sistema subterráneo	25
2.3.3.2	Ajo	25
2.3.3.2.1	Altura	25
2.3.3.2.2	Profundidad efectiva	25
2.3.3.2.3	Porcentaje de materia seca del sistema subterráneo	26

2.3.4	Producción de los cultivos asociados de papa y ajo	26
2.4	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	27
2.5	LABORES CULTURALES	28
2.5.1	Siembra	28
2.5.2	Papa	28
2.5.2.1	Plan de fertilización	29
2.5.2.2	Época de aplicación	29
2.5.2.3	Manejo de malezas	29
2.5.2.4	Manejo de enfermedades	29
2.5.2.5	Manejo de plagas	30
2.5.3	Ajo	30
2.5.3.1	Plan de fertilización	30
2.5.3.2	Manejo de malezas	31
2.5.3.3	Control de plagas	31
2.5.3.4	Control de enfermedades	31
2.5.4	Laurel de cera	31
2.5.4.1	Manejo de malezas	31
2.5.4.2	Plan de fertilización	31
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
3.1	PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO	32
3.1.1	Tratamientos generales	32
3.1.2	Posición respecto al árbol	33
3.2	PROPIEDADES QUÍMICAS	46

3.3 INFLUENCIA DEL ÁRBOL SOBRE LOS CULTIVOS	51
3.3.1 Cultivo ajo	51
3.3.1.1 Altura de plantas	51
3.3.1.2 Profundidad efectiva	54
3.3.1.3 Materia seca y rendimiento	60
3.3.2 Cultivo papa	61
3.3.2.1 Altura de plantas	61
3.3.2.2 Profundidad efectiva	64
3.3.2.3 Materia seca y rendimientos	68
3.4 INFLUENCIA DE LOS CULTIVOS SOBRE EL ARBOL	69
3.4.1 Valores totales de crecimiento	69
3.4.2 Diferencias de crecimiento	69
3.4.3 Materia seca	69
3.4.4 Supervivencia	70
3.5 ANÁLISIS DE PRESUPUESTO PARCIAL	70
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES	74
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Mapa de campo.	20
Figura 2. Sitios de muestreo del suelo en áreas cercanas y lejanas del árbol en el arreglo agroforestal.	24
Figura 3. Comportamiento del contenido de humedad para cada uno de los tratamientos en los meses de marzo y noviembre de 2001.	34
Figura 4. Comportamiento de la porosidad (%) para cada uno de los tratamientos en los meses de marzo y noviembre de 2001.	35
Figura 5. Comportamiento de la conductividad hidráulica para cada uno de los tratamientos en los meses de marzo y noviembre de 2001.	36
Figura 6. Comportamiento de la densidad aparente en cada uno de los tratamientos en los meses de marzo y noviembre de 2001.	37

Figura 7. Comportamiento de la densidad real para cada uno de los tratamientos en los meses de marzo y noviembre de 2001.	38
Figura 8. Comportamiento del contenido de humedad gravimétrica en áreas de mayor y menor influencia del componente arbóreo en los meses de marzo y noviembre de 2001, en cada tratamiento	40
Figura 9. Comportamiento de la densidad aparente en áreas de mayor y menor influencia del árbol por tratamiento en los meses de marzo y noviembre de 2001	41
Figura 10. Comportamiento de la densidad real en áreas de mayor y menor influencia del componente arbóreo en los meses de marzo y noviembre de 2001, en cada tratamiento	42
Figura 11. Comportamiento del contenido total de poros (%) en áreas de mayor y menor influencia del laurel por tratamiento en los meses de marzo y noviembre de 2001	43
Figura 12. Comportamiento de la conductividad Hidráulica (cm/hora) por tratamiento en áreas de mayor y menor influencia del componente arbóreo en marzo y noviembre de 2001	44

Figura 13. Comportamiento de la materia orgánica por tratamiento al inicio y al final del experimento	47
Figura 14. Comportamiento del pH por tratamiento al inicio y final del experimento	49
Figura 15. Comportamiento del fósforo (PPm). Por tratamiento al inicio y final del ensayo.	50
Figura 16. Comportamiento del nitrógeno (%) por tratamiento al inicio y al final del ensayo	52
Figura 17. Comportamiento de la altura de plantas a los 30, 60, 90, 150 días en áreas de mayor y menor influencia del componente arbóreo en ajo <i>Allium Sativum</i> Vereda Botana, Municipio de Pasto	55
Figura 18. Comportamiento de la profundidad efectiva a los 35, 90, 150 días en áreas de mayor y menor influencia del componente forestal en ajo <i>Allium Sativum</i> Vereda Botana.	58
Figura 19. Comportamiento de la altura a los 45, 63, 88, 109 y 130 días en áreas de mayor y menor influencia del componente arbóreo en papa <i>Solanum tuberosum</i> vereda Botana. Municipio de Pasto.	62

Figura 22. Comportamiento la profundidad efectiva a los 45, 90 y 130 días en áreas de mayor y menor influencia del componente arbóreo en papa *Solanum tuberosum* vereda Botana municipio de Pasto.

67

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Resumen de promedios de cada una de las propiedades físicas en marzo (A) y noviembre (B) de 2001	82
Anexo 2. Análisis de varianza para cada una de las propiedades físicas en marzo /01(A) y noviembre /01 (B)	83
Anexo 3. Cuadro resumen de promedios de cada una de las propiedades físicas de los suelos en los meses de marzo (A) y noviembre (B) en áreas de mayor y menor influencia del árbol Vereda Botana	84
Anexo 4. Análisis de varianza para cada una de las propiedades físicas en marzo /01 (A) y noviembre /01 (B)	85
Anexo 5. Resultados de los análisis de suelos al inicio y al final del ensayo en cada uno de los tratamientos	86

Anexo 6. Valores de t para promedios de altura a los 30, 60, 90 y 150 días en áreas de mayor y menor influencia del laurel de cera en ajo <i>Allium Sativum</i>	87
Anexo 7. Valores de t para promedios de profundidad efectiva a los 35, 90 y 150 días en áreas de mayor y menor influencia del laurel de cera en ajo <i>Allium Sativum</i>	88
Anexo 8. Valores de t para porcentajes de materia seca del sistema subterráneo en áreas de mayor y menor influencia del laurel de cera en ajo <i>Allium sativum</i> y papa <i>Solanum tuberosum</i>	89
Anexo 9. valores de t para promedios de peso de tubérculos y bulbos de los cultivos en áreas de mayor y menor influencia del laurel de cera	90
Anexo 10. Valores de t para rendimientos de los cultivos papa y ajo en áreas de mayor y menor influencia del laurel de cera (kg/ha)	91
Anexo 11. Valores de t para promedios de altura a los 45, 63, 88, 109 y 130 días en áreas de mayor y menor influencia del laurel de cera en papa <i>Solanum Tuberosum</i>	92
Anexo 12. Valores de t para promedios de profundidad efectiva a los	

45, 90 y 130 días en áreas de mayor y menor influencia del laurel de cera en papa <i>Solanum Tuberosum</i>	93
Anexo 13. Datos promedio de altura, diámetro, cobertura, número de ramas y número de rebrotes en cada tratamiento	94
Anexo 14. Análisis de varianza para valores totales de crecimiento de la variable altura durante las seis evaluaciones trimestrales	95
Anexo 15. Análisis de varianza para valores totales de crecimiento de la variable diámetro durante seis evaluaciones trimestrales	96
Anexo 16. Análisis de varianza para valores totales de crecimiento de la variable cobertura durante las seis evaluaciones trimestrales	97
Anexo 17. Análisis de varianza para valores totales de crecimiento de la variable número de rebrotes durante las seis evaluaciones trimestrales	98
Anexo 18. Análisis de varianza para valores totales de crecimiento de la variable número de ramas durante las seis evaluaciones trimestrales.	99
Anexo 19. Promedios de diferencia de crecimiento entre meses de	

evaluación en el componente arbóreo 100

Anexo 20. Análisis de varianza para las diferencias de crecimiento en altura con respecto a la primera evaluación a través de cinco evaluaciones 101

Anexo 21. Análisis de varianza para las diferencias de crecimiento en diámetro con respecto a la primera evaluación a través de cinco evaluaciones 102

Anexo 22. Análisis de varianza para las diferencias de crecimiento en cobertura con respecto a la primera evaluación a través de cinco evaluaciones. 102

Anexo 23. Análisis de varianza para las diferencias de crecimiento en número de ramas con respecto a la primera evaluación a través de cinco evaluaciones 103

Anexo 24. Análisis de varianza para las diferencias de crecimiento en número de rebrotes con respecto a la primera evaluación a través de cinco evaluaciones. 104

Anexo 25. Promedios de porcentaje de materia seca del componente

arbóreo. Vereda Botana, 2001	105
Anexo 26. Análisis de varianza para porcentaje de materia seca del componente arbóreo	106
Anexo 27. Valores mensuales de datos meteorológicos años 2000 – 2001. Estación meteorológica Botana.	107

RESUMEN

El trabajo se realizó entre mayo del 2000 y noviembre del 2001 en La Granja de Botana, propiedad de la Universidad de Nariño, ubicada a una altura de 2820 msnm, temperatura promedio de 12° C, precipitación promedio de 800 a 1000 mm anual y 900 horas sol/año. Se evaluó el arreglo agroforestal laurel de cera monocultivo (T1); laurel intercalado con papa (T2) y ajo (T3). Se determinó algunos parámetros químicos y físicos del suelo; además conocer el efecto del componente agrícola en el sistema. El diseño estadístico fue de bloques completos al azar con tres tratamientos y tres repeticiones, desarrollando Andeva.

En el T1 se encontró incremento del 1% en m.o.s y los promedios generales para las propiedades físicas (humedad gravimétrica, densidad aparente, porosidad total y conductividad hidráulica) a diferentes distancias del árbol y su interacción no presentaron diferencias estadísticas significativas. Situación similar se obtuvo en el sistema con ajo (T3). En el arreglo laurel de cera//papa(T2) se encontró diferencias estadísticamente significativas para altura de planta y profundidad efectiva de la raíz; encontrándose que plantas muestreadas lejos del árbol presentan los mayores promedios. La productividad (Ton/ha) de los sistemas, no mostró diferencias estadísticas significativas.

Palabras Claves: sistema, parámetros y suelo.

ABSTRACT

This work was carried out from May (2000) and November (2001) in the University of Nariño's farm, located to 2820 msnm, a mean temperature of 12° C, a mean rainfall of 800 to 1000 mm a year and 900 hours sun/year. It was tested the agroforestral *Myrica pubescens* mono-cultivation (T1); *Myrica pubescens* with potato (T2), *Myrica pubescens* and garlic (T3). It was determined some chemical and physical parameters of soil. Besides, it was established the agrícola component effect inside the system. The complete blocks, at random, was the statistical design with three treatments and three repetitions, developing Andeva.

It was found in the (T1), and increase of 1% in m.o.s and the general averages to physical properties (h gravimetric, apparent de, total porosity, and hydraulic conductivity) regarding different distances with respect to tree, and its interaction didn't show statistical meaningful differences. It was obtained a similar situation with the garlic system (T3). It was found statistical meaningful differences in the *Myrica pubescens*- potato (T2) with respect to plant height and root effective depth. It was found that sampled plants which are not close to tree display the highest averages. The systems productivity (Ton/ha), it didn't show statistical meaningful differences.

Key words: system, parameters, soil.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la capacidad productiva de los suelos del trópico de altura se ha visto afectada por el mal manejo de los sistemas de producción agropecuaria; generados por el esquema tradicional de monocultivos, el excesivo número de labores para preparar el suelo y el uso de implementos de preparación inadecuados sin tener en cuenta las prácticas de conservación ha originado en los agro ecosistemas de la zona un proceso acelerado de degradación por erosión y/o alteración de las propiedades físicas, químicas y biológicas.

El intercalamiento de árboles y cultivos se constituye en una práctica de gran potencial donde los árboles se pueden considerar como un servicio en lo ambiental y en lo socioeconómico. En lo ambiental se mejora y se mantiene la materia orgánica y reduce las pérdidas del suelo entre otros. En lo socioeconómico permite al productor obtener recursos adicionales mediante el aprovechamiento del componente forestal al extraer de él madera, frutos, semilla, postes, etc.

De acuerdo a lo anterior la Universidad de Nariño mediante el Plan de Investigación, Fomento e Industrialización de laurel de cera (PIFIL), hace tres años, está desarrollando un proyecto que involucra la evaluación del arreglo agroforestal en líneas de laurel de cera con cultivos transitorios observándose algunos resultados los cuales son pilar para el seguimiento de futuras

investigaciones dado que el laurel de cera es una especie arbórea que se adecua a los arreglos agroforestales del trópico de altura, por su adaptabilidad, tolerancia a factores poco favorables y a su capacidad de aportar nitrógeno a través de la simbiosis de sus raíces con la bacteria del género *Frankia*. (Gallardo et al 1993, citado por Molina y Narváez, 2000, 6)

Por lo tanto la presente investigación se realizó mediante los siguientes objetivos:

- Evaluar la variación del componente químico del suelo en el arreglo agroforestal en líneas de laurel de cera con papa y ajo.
- Determinar algunos parámetros físicos del recurso suelo.
- Conocer el efecto del componente agrícola sobre el desarrollo del laurel.
- Evaluar la productividad de los cultivos asociados.
- Realizar un análisis de presupuesto parcial.

1. MARCO TEORICO

1.1 SISTEMAS AGROFORESTALES

1.1.1 Generalidades. Los sistemas agroforestales (SAF) son formas de uso y manejo de los recursos naturales donde especies leñosas (árboles, arbustos, palmas) son utilizadas en asociación deliberada con cultivos agrícolas o con animales en el mismo terreno, de manera simultánea o en una secuencia temporal. Este concepto designa un conjunto de prácticas y sistemas de uso de la tierra ya tradicionales en regiones tropicales y subtropicales principalmente, aunque también se las encuentra difundidas en algunas zonas templadas (Montagnini, 1992, 17).

Mac Dicken y Vergara citados por Montagnini (1992, 17) afirman que las técnicas agroforestales son utilizadas en regiones de diversas condiciones ecológicas, económicas y sociales. En regiones con suelos fértiles los SAF pueden ser productivos y sostenibles, tienen un alto potencial para mantener y mejorar la productividad en áreas que presentan problemas de baja fertilidad o escasez de humedad de los suelos. En general, la aplicación de técnicas agroforestales puede consolidar o aumentar la productividad de establecimientos agropecuarios y plantaciones forestales de muy diversas dimensiones o por lo menos, evitar que haya degradación del suelo o merma de la productividad en el curso de los años.

Con los sistemas agroforestales se busca: diversificar la producción de alimentos; producir madera, leña y otros materiales diversos que sirven para la subsistencia del agricultor, el uso industrial o exportación; disminuir los riesgos del agricultor; mitigar los efectos perjudiciales del sol, el viento y la lluvia sobre los suelos; minimizar las escorrentía del agua y la pérdida del suelo; combinar la mejor experiencia tradicional con los conocimientos modernos (Montagnini, 1992, 25).

No es solamente en lo ecológico que la agroforestería ofrece ventajas puesto que también percibe otros puntos de vista más tangibles para el agricultor, como el aumento y mejor distribución del ingreso por ha/año, mayor regularidad en la mano de obra empleada, aumento en la variedad de productos y los servicios lo cual incluye el mejoramiento potencial de la alimentación humana, reducción del impacto económico de las regularidades del mercado (Mac Dicken y Vergara, citados por Montagnini, 1992, 29).

1.1.2 Efectos benéficos.

1.1.2.1 Adiciones al suelo. Entre las principales adiciones están:

1.1.2.1.1 Mantenimiento o aumento de la materia orgánica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza CATIE (1993, 120), afirma que la materia orgánica tiene un papel clave en el mejoramiento de la fertilidad. En SAF, los requerimientos para la conservación de la materia orgánica pueden ser

satisfechos si la biomasa de los árboles y los residuos de los cultivos son adicionados al suelo.

1.1.2.2 Reducción de pérdida de suelo. CATIE (1993, 117), afirma que la presencia de árboles no conduce necesariamente a bajas tasas de erosión, lo importante es el arreglo espacial y la manera en que son manejados.

El mismo autor afirma que el papel de los árboles y arbustos en el control de la erosión puede ser directo o suplementario. En el uso directo, los árboles en sí son los medios directos para reducir la escorrentía y la pérdida del suelo. Con el uso suplementario se obtiene el control principalmente a través de otros medios (faja de pasto, bancales, acequias y terrazas) y los árboles sirven principalmente para estabilizar las estructuras y hacer uso productivo de la tierra que ocupan (CATIE, 1993, 118).

1.1.2.3 Efecto sobre las propiedades físicas. Kass, citado por CATIE (1993, 180) afirma que la hipótesis general de suelos y agroforestería es que los sistemas agroforestales mantienen las propiedades físicas del suelo más favorables que la agricultura, a través de una combinación apropiada de los componentes, mantenimiento de la materia orgánica y los efectos de las raíces.

El mejoramiento de las propiedades físicas del suelo es uno de los principales beneficios esperados de los sistemas agroforestales; sin embargo hasta la fecha la literatura reporta pocos datos sobre los efectos de la implantación de sistemas

agroforestales sobre las propiedades físicas del suelo (Budowski, 1981; Bornemisza, 1982; citados por CATIE, 1993, 124).

Entre las propiedades físicas a menudo determinadas en estudios agroforestales están:

1.1.2.3.1 Humedad del suelo. El agua es esencial para el funcionamiento adecuado de la mayor parte de los procesos del suelo y la vegetación. El agua afecta directa o indirectamente cualquier proceso vegetal, además es disolvente y medio de transporte para los nutrientes de las plantas, fuente de hidrógeno, moderador de la temperatura del suelo y de la aireación, así como un agente de disolución de sustancias tóxicas del suelo (Pritchett, 1991, 169).

1.1.2.3.2 Densidad real. La densidad de las partículas es la masa (peso) por unidad de volumen de las partículas sólidas de un suelo. Generalmente se expresa en gr/cc. La densidad de las partículas o densidad real varía entre 2,1 a 2,7 gr/cc (Cavazos, 1993, 43).

1.1.2.3.3 Densidad aparente. La densidad es un término que expresa la masa por unidad de volumen de una sustancia. Cuando se aplica a los suelos se le denomina densidad aparente, porque se incluye el espacio poroso. Los cambios en la porosidad reflejan valores de densidad aparente variables (Cavazos, 1993, 35).

Como regla general, la densidad aparente tiene un valor máximo en suelos de textura gruesa porque tienden a la menor porosidad, aún cuando el tamaño de sus poros es grande. Inversamente, el espacio poroso total de un suelo con textura fina tiende a ser mayor y por tanto, su densidad aparente es baja (Cavazos, 1993, 36).

El pisoteo excesivo por los animales de pastoreo, el uso de maquinaria pesada, las perturbaciones cuando los suelos están húmedos, aumentará la densidad aparente, sobre todo en los suelos de textura fina (Cavazos, 1993, 157).

1.1.2.3.4 Porosidad total. Fitzpatrick (1996, 113) afirma que el sistema poroso del suelo incluye los poros dentro de los peds y del material masivo, así como del espacio poroso continuo entre los peds, es así como el tamaño y la continuidad del espacio poroso continuo entre los peds son importantes para el movimiento y retención del agua. Adicionalmente Pritchett (1991, 159) afirma que el volumen poroso de los suelos sembrados de árboles suele ser mayor que el de un suelo utilizado para fines agrícolas. Porque las cosechas continuas dan por resultado una reducción en la materia orgánica y en los macroporos.

1.1.2.3.5 Conductividad hidráulica. Forsythe (1972, 209) afirma que la conductividad hidráulica expresa la habilidad del suelo saturado de permitir el paso del agua. Este valor es un dato necesario en las fórmulas de drenaje del suelo referentes al exceso de agua que penetra en un suelo y llega a tocar el nivel freático, determinado por el clima y la conductividad hidráulica del suelo.

1.1.3 Efectos adversos. Pérdida de materia orgánica y nutrientes en la cosecha de los árboles, competencia por nutrientes entre árboles y cultivos, producción de sustancias que inhiben la germinación o el crecimiento (Nair, 1997, 311). De acuerdo a lo anterior. Escobar (1992, 10) afirma que la combinación apropiada de componentes implica la selección acertada de los cultivos de tal manera que se minimice la competencia biológica y económica y se optimicen las ventajas de la asociación tanto en lo ambiental como en lo socioeconómico.

El mismo autor, expone que resulta deseable un cultivo que tolere la sombra parcial y proyectada por los árboles y muestre un buen comportamiento bajo tales condiciones, que en lo posible no sea hospedero de plagas y enfermedades en común con los árboles y otros componentes, o si las tiene, no sea más susceptible que aquellos, su manejo y cosecha no deben dañar las raíces de los árboles o inducir deterioro o erosión del suelo, presentar distintos sistemas de raíces así como diferente hábito de crecimiento en la parte aérea,

1.2 PLANTACIONES EN LÍNEA

Méndez (2000, 3) afirma que desde una perspectiva agroforestal, el concepto de árboles en línea se define, no solo con base en el esquema de plantación, sino también de acuerdo a la función de los árboles y su interacción con los otros componentes del sistema.

El mismo autor afirma que la amplitud del término “Plantación de árboles en línea” hace difícil desarrollar una definición concreta aplicable en todos los casos. Sin embargo, pueden identificarse características importantes que distinguen a los sistemas de árboles en línea de otros SAF.

- Se componen de una o más hileras de árboles plantadas en línea, contiguo a una parcela dedicada a cultivos agrícolas, pasturas, o ambos y con los cuales existe una interacción biológica.
- Cada línea y la pastura o cultivo asociado representan en sí un SAF, aunque también formar parte de un esquema agroforestal compuesto por varias líneas adentro o alrededor de una finca o una parcela.
- Generalmente se establecen con objetivos principales de generación de productos arbóreos (madera, leña, frutas, etc), protección de la parcela adyacente (del viento, polvo, etc.) y/o delimitación espacial de la parcela o finca.

1.2.1 Competencia. Como es el caso en todos los SAF, la asociación de árboles con cultivos y/o pastos crea un cierto grado de competencia por luz, agua y nutrientes entre los diferentes componentes. El éxito de los SAF resulta en gran parte del manejo adecuado de esta competencia (Baldwin, 1988; Nair 1993; citados por Méndez, 2000, 12).

1.2.2 Efectos negativos entre árboles y cultivos asociados. Varios trabajos en India y Pakistan han documentado el efecto de los árboles en línea de linderos de cuatro especies arbóreas. *Eucalyptus camadulensis*, *Albizia procera*, *Morus alba* y *Leucaena Leucocephala* sobre rendimientos de trigo ubicados a dos metros, o menos, del lindero; y disminuciones menores a distancias de hasta ocho metros del lindero (Akbar et al 1990, citados por Méndez, 2000, 12). Así mismo, Khybri et al (1992) citados por Méndez, (2000, 13) afirman que se presentaron altas reducciones en el rendimiento de trigo y arroz a distancias de un metro, y reducciones menores hasta cinco metros de distancia de linderos de *Eucalyptus hybrid*, *Grewia nilotica* y *Morus alba*.

Sharma 1992; Kohli y Sing 1991, citados por Méndez (2000, 13) afirman que en otros estudios la disminución en los rendimientos de varios cultivos asociados *Triticum, Vulgare, Sorghum vulgare, Zea mays* y *Cajanus cajan* con linderos de *Acacia nilotica* y *Eucalyptus tereticornis* en surcos de cultivos ubicados hasta 12 metros de distancia del lindero.

Existen pocos estudios sobre los efectos competitivos de los cultivos o pastos sobre el desarrollo de los árboles en línea. Los árboles tienen una evidente ventaja sobre los cultivos cuando alcanzan una altura superior a estos, lo cual se espera lograr en el primero o segundo año después de su siembra (Méndez, 2000, 13).

1.2.3 Influencia de especies y sitios sobre el grado de competencia. Méndez (2000, 14) afirma, que el tipo de especies arbóreas y de cultivos afecta el nivel de competencia que se encuentra en un SAF. Por ejemplo, cultivos tolerantes a la sombra, como café *Coffea sp* o cacao *Theobroma cacao* pueden beneficiarse por la sombra de linderos o cortinas, mientras que cultivos con altos requerimientos de luz, como maíz *Zea mays* o caña de azúcar *Saccharum officinarum* son afectados negativamente.

El mismo autor afirma, que es conocido que algunas especies arbóreas tienen sistemas radiculares más agresivos y/o requerimientos altos de agua o nutrientes. Estos factores son importantes a considerar, junto con las condiciones del sitio, cuando se hace una selección de especies.

1.3 SISTEMA AGROFORESTAL LAUREL DE CERA. *Myrica pubescens* INTERCALADO CON CULTIVOS TRANSITORIOS EN EL MUNICIPIO DE PASTO

La Universidad de Nariño, mediante el Plan de Investigación, Fomento Industrialización de laurel de cera (PIFIL), ha venido desarrollando trabajos tendientes hacia el establecimiento y evaluación de sistemas agroforestales en el departamento de Nariño. Es así como desde hace tres años aproximadamente se ha estado evaluando el sistema agroforestal laurel de cera intercalado con cultivos transitorios en el municipio de Pasto.

Se instaló un SAF laurel de cera intercalado con cultivos de maíz, frijol voluble y arbustivo con el fin de determinar el comportamiento inicial del laurel frente a la instalación de diferentes cultivos. Se empleó un diseño de bloques completos al azar con tres tratamientos y tres repeticiones, sembrando laurel de cera a una distancia de 6 m x 6 m, laurel de cera intercalado con maíz y frijol (LC//MFV) y laurel de cera intercalado con frijol arbustivo (LC//FA), para determinar el comportamiento inicial de laurel de cera frente a la interacción de cultivos. (Molina y Narváez, 2000, 19).

De acuerdo a las variables evaluadas para determinar el comportamiento inicial de laurel, el tratamiento LC//MFV presentó los mayores promedios de crecimiento y un mayor incremento medio mensual con 5,5 cm para altura, 2,22 ramas mensuales, 1,42 mm de diámetro, 4378 cm² de cobertura y 17,26 rebrotes mensuales. (Molina y Narváez, 2000, 39).

Según Molina y Narváez (2000, 69) los rendimientos para los cultivos asociados fueron; para maíz 681,64 kg/ha, frijol voluble 460, 15 kg/ha y frijol arbustivo 510,54 kg/ha en los diferentes tratamientos. De acuerdo a los mismos autores después de la cosecha de los cultivos, se indica un incremento de nitrógeno total de 0,03, además el porcentaje de materia orgánica aumentó en 0,9%.

1.4 LAUREL DE CERA *Myrica Pubescens*

1.4.1 Generalidades. Caratine (1970), citado por Muñoz (1994, 3) afirma que el laurel de cera *Myrica pubescens* es un arbusto originario de las márgenes del mar negro, pero común en nuestro territorio en estado silvestre. Puede encontrarse a orillas de caminos, carreteras, ríos o en el interior del bosque.

1.4.2 Morfología. El laurel de cera, es un arbusto o árbol pequeño que en algunos sitios puede alcanzar una altura de siete metros (Muñoz, 1993 citado por Muñoz, 1994, 4).

Tiene hojas alternas, largas lanceoladas y glándulas vesiculares, llenas de aceite esencial. Las flores son unisexuales y desnudas, en lugar de cáliz y corola poseen unas piezas escamosas. De las flores se producen racimos de frutos (bayas) escamosas y duros, con núcleo huesoso envuelto en una capa gris polvosa fácilmente desprendible, la cual constituye la cera del laurel (Pérez 1956, citado por Muñoz, 1994, 5).

Muñoz, citado por Muñoz (1994, 6) afirma que en las fases iniciales de desarrollo de la raíz es de gran tamaño, pero cuando la planta alcanza una altura superior a los 30 cm se empiezan a desarrollar raíces laterales y superficiales en gran abundancia formando una red alrededor.

1.4.3 Usos. Según Muñoz et al (1993) se consideran los siguientes usos: Cobertura de microcuencas, recupera terrenos erosionados o con peligro de erosión ya que sus raíces son fijadoras de nitrógeno, se planta a lo largo de las riberas para protegerlas, sus frutos son alimento de avifauna, se extrae una cera utilizada para la producción de betún y barniz, ornamental para jardines y parques.

1.4.4 El laurel se puede cultivar asociado. Según Muñoz y Cabrera (1999, 18), el conocimiento del laurel de cera es incipiente, sin embargo, se considera que esta especie es propicia para cultivarla en diferentes sistemas de producción, ya sea *silvopastoriles* (árboles y pastos) o agroforestales (cultivos y árboles).

1.5 LA PAPA COMO INTERCALADO

Actualmente se establece este cultivo a manera de intercalado entre los huertos frutales; en el primer y segundo año de establecido el huerto se siembra tres surcos de papa entre los surcos de árboles frutales, distanciados el primero y el último a un metro del surco de los árboles frutales y a un metro entre surcos de papa y en el tercer año desaparece como intercalado. Con este sistema se obtiene una densidad de solo 12500 plantas /ha (Sánchez, 1995, 96).

El mismo autor afirma que el agricultor sabe con precisión que el cultivo intercalado no puede estar más cerca del árbol, pues las labores de deshierbe y aporque producen heridas al sistema radical, incidiendo directamente en la calidad del fruto.

2. DISEÑO METODOLOGICO

2.1 LOCALIZACIÓN

El presente trabajo se realizó en el Centro de Investigaciones Agropecuarias y Biológicas (CIAB) de la Universidad de Nariño, ubicada en la vereda Botana, municipio de Pasto localizado al occidente del Meridiano de Greenwich a 77° 18' 58" de longitud oeste y 1° 10' 11,4" de latitud Norte, a una altura de 2820 msnm, temperatura promedio de 12° C, precipitación media anual de 800 a 1000 mm humedad relativa 70 a 80% con 900 horas sol promedio año (IDEAM, 2000) Según Holdridge, pertenece a la zona de vida bosque húmedo montano bajo (bh – MB).

2.1.1 Geología. La Corporación Autónoma regional de Nariño CORPONARIÑO (1999,75) afirma, que geológicamente el altiplano de Pasto presenta un modelado volcánico y pertenece a suelos de clima frío con relieve montañoso. Este tipo de suelos presenta paisajes de campos de derrames volcánicos disectados en depósitos de cenizas volcánicas sobre derrames fluvio volcánicos y tobas con aporte coluvial.

2.1.2 Geomorfología y tipo de suelos. CORPONARIÑO (1999,76) afirma, que los suelos del altiplano de Pasto presentan una profundidad moderada, con

texturas moderadamente finas, y moderadamente gruesas, bien a moderadamente drenados y de reacción ácida, con fertilidad baja a media. Presentan limitantes como piedras y gravilla en la superficie, y en algunos sectores existe la susceptibilidad al encharcamiento.

En general se han clasificado en la subclase agrológica II en un relieve ligeramente ondulado de pendiente (1-3-7%) y ondulado de pendiente (3-7-12%), siendo aptos para agrosistemas de cultivo tipo hortalizas, papa y cereales.

2.1.3 Área. El terreno en el cual se instaló el arreglo agroforestal: Laurel de cera *Myrica pubescens* papa *Solanum tuberosum* y ajo *Allium sativum*, está conformada por una topografía, ondulada; Consta de un área aproximada de 54 m x 54 m (2.916 m²) se preparó con una arada y dos rastrillas utilizando arado de chuzo y rastrillo de púas de tracción animal, en un diseño de bloques completos al azar, con tres tratamientos y tres repeticiones con una distancia de siembra de 6mx6m para laurel de cera, teniendo en cuenta el testigo, en total se tiene nueve unidades experimentales, con un área de 256 m².

2.2 METODOLOGÍA

2.2.1 Material vegetal

- Laurel de cera *Myrica pubescens* 130 árboles con una altura promedio inicial de 54.8 cm.
- Papa. *Solanum tuberosum*: Se utilizaron 90 Kg. de semilla de la variedad capiro.
- Ajo. *Allium sativum* se utilizaron 45 kg. de semilla variedad peruano.

2.2.2 Diseño experimental. El diseño establecido corresponde a bloques completos al azar con tres tratamientos y tres repeticiones, teniendo en cuenta las condiciones del terreno.

2.2.3 Tratamientos

T1 = Laurel de cera a una distancia de 6 m x 6 m.

T2 = Laurel de cera a una distancia de 6 m x 6 m intercalando con papa a una distancia de 0,40 m entre planta y planta y 1,20 m entre surcos.

T3 = Laurel de cera a una distancia de 6 m x 6 m intercalado con ajo a una distancia de 0,07 m entre planta y planta y 1,20 entre eras.

2.3 VARIABLES DE EVALUACIÓN

2.3.1 Componente arbóreo. Para las variables evaluadas se tomaron 6 lecturas en los meses de junio, septiembre, diciembre del año 2000 y marzo, junio y septiembre del 2001.

2.3.1.1 Altura. Se tomaron registros del componente forestal durante el ensayo desde la base del tallo hasta la yema terminal para determinar las diferencias de crecimiento.

2.3.1.2 Diámetro. Dato registrado desde el punto de unión del tallo y la raíz, con nonio o vernier, característico para diámetros pequeños.

2.3.1.3 Cobertura. La cobertura se calculó midiendo dos ejes , uno a lo largo de la copa y otro a lo ancho de la misma, determinando el área de la cobertura con base en la formula descrita por Molina y Narváez (2000,34)

$$C = AB \times CD \times p$$

Donde:

C = Cobertura (cm²)

AB = Longitud del eje en centímetros (cm)

CD = longitud del eje en centímetros (cm)

2.3.1.4 Número de ramas. Se tomaron registros del número de ramas primarias y secundarias, durante el tiempo del ensayo.

2.3.1.5 Número de rebrotes. Se contó el número de rebrotes tanto de las ramas primarias como secundarias durante la investigación.

2.3.1.6 Supervivencia. Se contabilizaron árboles muertos durante el transcurso de la investigación.

2.3.1.7 Cosecha de biomasa. Según Luque¹, cada mes se recolectaron las hojas que cayeron en el plato del árbol mediante una malla que aisló a este del suelo y permitió el paso del agua. Para determinar el contenido de materia seca, las hojas se pesaron, se colocaron en bolsas debidamente rotuladas indicando cada tratamiento; se llevaron al horno a una temperatura de 65 ° C, durante 72 horas, se sacaron las muestras del horno y se pesaron.

Para el cálculo del porcentaje de materia seca se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Materia Seca} = \frac{\text{Peso muestra seca}}{\text{Peso muestra húmeda}} \times 100$$

2.3.2 Componente suelo

2.3.2.1 Propiedades físicas. Se tomaron muestras al inicio y al final del ensayo en cada uno de los tratamientos a una profundidad de 30 cm en donde se tuvo en cuenta sectores cerca del árbol (tres metros) y sectores lejos del árbol (seis metros) para la evaluación de cada una de las propiedades físicas. Unigarro². (Figura 1).

¹ COMUNICACIÓN PERSONAL, LUQUE, Ernesto. Docente de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas. Universidad de Nariño, Pasto, 2000.

² COMUNICACIÓN PERSONAL, UNIGARRO, Alberto. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño, Pasto, 2000.

2.3.2.1.1 Humedad del suelo. Se empleo la fórmula descrita por Forsythe, (1972,20);

$$\% \text{ de humedad} = \frac{M(\text{Suelo}) - M(\text{Suelo secado al horno})}{M(\text{Suelo secado al horno})} \times 100$$

Gravimétrica

Donde:

M = Masa

2.3.2.1.2 Densidad real. Se determinó midiendo el volumen desplazado por una masa conocida del suelo en un picnometro, siguiendo la técnica descrita por Forsythe (1972, 30).

2.3.2.1.3 Densidad aparente. La determinación de la densidad aparente se llevó a cabo por medio de cilindros de PVC con suelos sin disturbar, siguiendo la técnica descrita por Forsythe, (1972).

2.3.2.1.4 Porosidad total. Se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ porosidad total} = 1 - \left(\frac{\text{Densidad aparente}}{\text{Densidad real}} \right) \times 100$$

densidad de las partículas

2.3.2.1.5 Conductividad hidráulica. Se utilizó el parámetro de cabeza constante en donde se midió el volumen del agua que se filtro en un determinado tiempo a través de una muestra sobre la cual se mantuvo un nivel de agua constante. (Forsythe, 1972, 209).

Se empleó la siguiente fórmula:

$$K = \frac{QL}{A \cdot t \Delta H}$$

Donde:

K = Conductividad hidráulica de la muestra (cm/hora)

Q = Volumen de flujo (cc)

L = Longitud de la muestra (cc)

A = Área de la sección transversal de la muestra (cm²).

t = Tiempo empleado en recolectar Q (horas)

ΔH = Diferencia de cabeza hidráulica, a través de la muestra (cm)

2.3.2.2 Propiedades químicas. Para determinar la variación del componente químico del suelo se tomaron muestras al inicio y al final del ensayo a 30 cm de profundidad, en cada uno de los tratamientos, en donde se realizaron análisis de caracterización y elementos menores. (Molina y Narvaez, 2000, 16)

2.3.3 Componente agrícola. Se tomaron de cada surco siete plantas al azar, debidamente rotuladas en cada repetición de los tratamientos evaluados (Córdoba y Muñoz, 2002, 44).

2.3.3.1 Papa

2.3.3.1.1 Altura. Se tomaron cinco lecturas a los 45, 63, 88, 109 y 130 días de las siembra, para lo cual se midió desde la base del tallo hasta el meristemo apical. Por cada fecha se obtuvo la altura promedio de cada parcela (Walteros, 1985, 84 y Erazo e Ibarra, 1986, 23).

2.3.3.1.2 Profundidad efectiva. Se determinó la profundidad efectiva realizando un corte del perfil del suelo teniendo cuidado de no maltratar o arrancar la raíz principal y / o secundarias; con una regla graduada se tomó la longitud de la raíz a partir del cuello hasta la caliptra. Este procedimiento se realizó en cada

parcela y se tomaron los registros a los 45, 90 y 130 días, obteniendo los promedios por planta. Benavides ³.

³ COMUNICACIÓN PERSONAL, BENAVIDES, Homero. Docente de la Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. Pasto, 2000



= Árboles



= Muestras

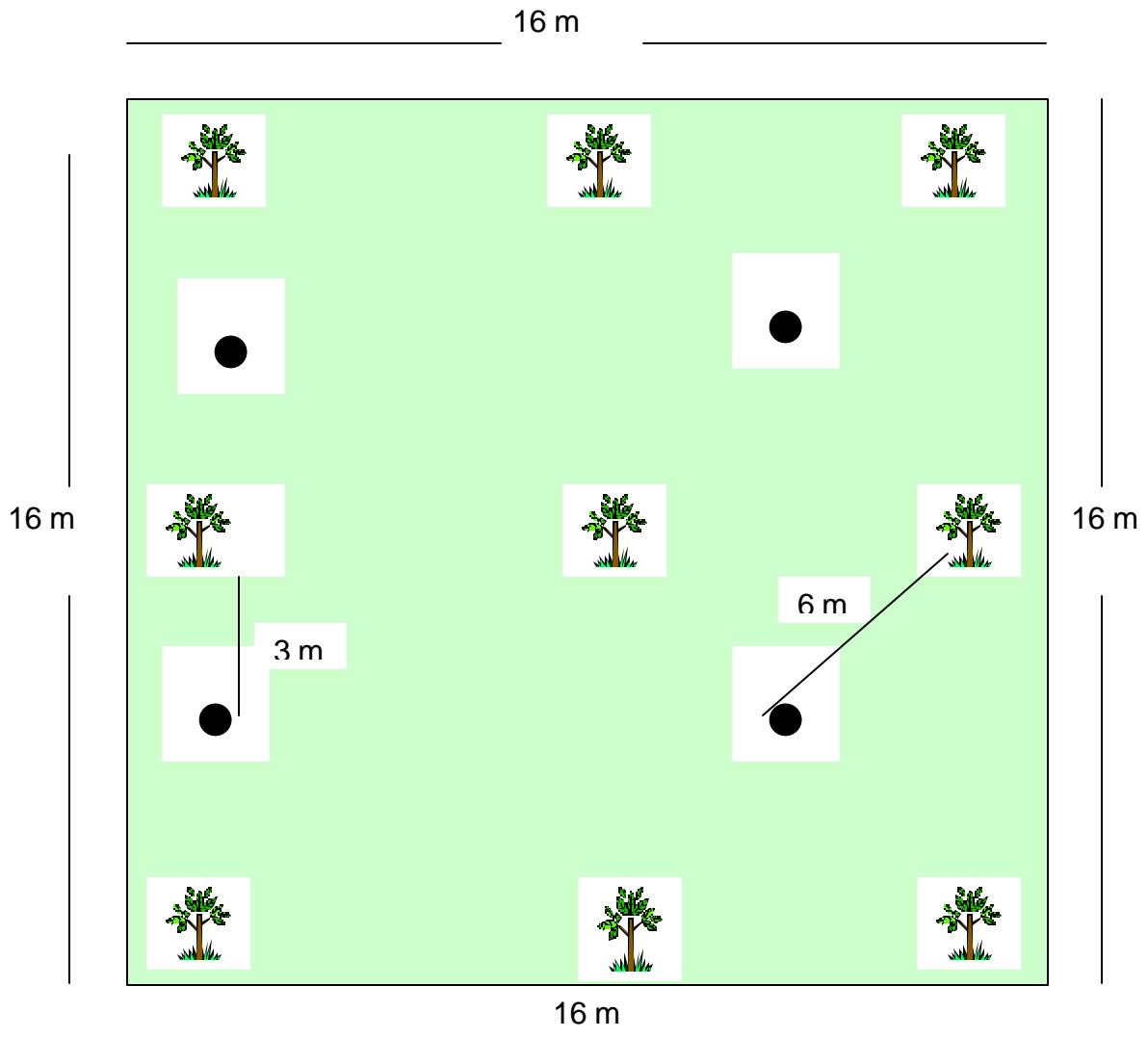


Figura 2. Sitios de muestreo del suelo en áreas cercanas y lejanas del árbol en el arreglo agroforestal.

2.3.3.1.3 Porcentaje de materia seca del sistema subterráneo. A los 130 días se extrajo del suelo las siete plantas rotuladas de cada surco e inmediatamente se lavaron las raíces con agua destilada, y se realizó un corte en el cuello de la raíz. Las raíces se pesaron y se colocaron en bolsas debidamente rotuladas indicando cada tratamiento, para llevarse al horno a una temperatura de 65 C durante 72 horas, y se pesaron; para obtener el promedio Luque ⁴.

Para el cálculo del porcentaje de materia seca del sistema subterráneo se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Materia Seca} = \frac{\text{Peso muestra seca}}{\text{Peso muestra húmeda}} \times 100$$

2.3.3.2 Ajo

2.3.3.2.1 Altura. Esta medición se realizó a los 30, 60, 120 y 150 días después de la siembra, obteniendo los promedios respectivos (López y Rodríguez, 1992,24).

⁴ Ibid. 1 p. 19

2.3.3.2.2 Profundidad efectiva. Según Homero ⁵ se realizó un corte del perfil del suelo teniendo cuidado de no maltratar las raíces; posteriormente con una regla graduada se tomó la longitud desde la zona donde empiezan a crecer las raíces del bulbo hasta el punto terminal de la raíz. Se obtuvo los promedios.

2.3.3.2.3 Porcentaje de materia seca del sistema subterráneo. A los 150 días se extrajo del suelo las plantas rotuladas, se lavaron las raíces con agua destilada, y se realizó un corte en el cuello de la raíz. Las raíces se pesaron, se colocaron en bolsas debidamente rotuladas indicando cada tratamiento, se llevaron al horno a una temperatura de 65°C durante 72 horas, se sacaron las muestras de la estufa y se pesaron, para obtener el promedio. Luque ⁶.

El porcentaje de materia seca del sistema subterráneo se calculó con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Materia Seca} = \frac{\text{Peso muestra seca 0}}{\text{Peso muestra húmeda}} \times 100$$

2.3.4 Producción de los cultivos asociados de papa y ajo. Cuando los cultivos de papa y ajo estuvieron próximos a su cosecha, se hizo la selección de las plantas que para efectos del trabajo se consideraron como cerca y lejos del árbol, posteriormente se determinó el peso de los tubérculos y bulbos para

⁵ Ibid. 3 p. 23

⁶ Ibid 1 p. 23

relacionarlo con el área de cada planta y así transformar los datos a kilogramos por hectárea. Sañudo⁷.

⁷ COMUNICACIÓN PERSONAL. SAÑUDO, Benjamín. Docente de la Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. Pasto, 2000.

2.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el componente arbóreo los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza. El modelo estadístico corresponde a bloques al azar el cual es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + b_i + t_j + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta en el tratamiento i , bloque j .

μ = Media general del experimento

b_i = Efecto del tratamiento i

t_j = Efecto del bloque j

e_{ij} = Error experimental

Para las variables agronómicas se tuvo en cuenta las plantas ubicadas cerca y lejos del árbol para lo cual se realizó una prueba de t . Adicionalmente, los datos de rendimiento se interpretaron estadísticamente mediante la prueba de t seleccionando las plantas cerca y lejos del árbol. e t .

Para el componente suelo los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza. El modelo estadístico corresponde a un arreglo en parcelas divididas con dos factores en diseño de bloques completos al azar el cual se presenta a continuación.

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \tau_i + \eta_{ij} + \delta_k + (\tau\delta)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

μ = media general del experimento.

β_i = bloque

τ_i = Efecto del tratamiento sobre parcela grande.

η_{ij} = Elemento aleatorio del error sobre la parcela grande.

δ_k = Efecto subtratamiento k sobre la parcela grande.

$(\tau\delta)$ = Interacción tratamiento por subtratamiento

ε_{ijk} = Error sobre la parcela pequeña.

2.5 LABORES CULTURALES

2.5.1 Siembra. Se realizaron dos ciclos de cosecha: la primera siembra se realizó el día 13 de mayo del 2000, la segunda el día 7 de marzo del 2001.

2.5.2 Papa. Siembra por semilla. Se utilizó semilla certificada de segunda variedad diacol capiro. Se sembró mediante el sistema convencional a 0.4 m entre plantas y a 1.20 m entre surco y surco, además se tuvo en cuenta la distancia de un metro entre planta y árbol. La relación de siembra es de dos tubérculos por sitio, intercalado con laurel de cera en una parcela de 16 m x 16 m con tres repeticiones. Se establecieron 18 surcos con un total de 496 plantas por parcela.

2.5.2.1 Plan de fertilización. De acuerdo al análisis de suelos se recomienda lo siguiente: aplicar 500 kg de urea por hectárea para un total de 12,8 kg por parcela y aplicación de fertilizante foliar para corregir la insuficiencia de boro a razón de 500 cc/ha. Ruiz ⁸.

2.5.2.2 Época de aplicación. Se realizaron dos aplicaciones una al momento de la siembra y otra a los 40 días adicionando 6,4 kg por parcela y 50 gr/planta. Para el boro, la aplicación se hizo un mes después de la siembra y otra antes de la floración.

2.5.2.3 Manejo de malezas. Se realizó un deshierbe 50 días después de la siembra. El aporque en la variedad se realizó a los 70 días.

2.5.2.4 Manejo de enfermedades. Para el control preventivo de la goma *Phytophthora infestans* se utilizó manzate (mancozeb) en dosis de 70 gr por bomba de 20 litros de acuerdo a las condiciones climáticas, en invierno cada ocho días y verano cada 15 días.

2.5.2.5 Manejo de plagas. Para el control del gusano blanco de la papa *Premnotrypex vorax* se utilizó carbofuran en dos aplicaciones de 100 cc por bomba en la deshierba y después del aporque.

⁸ COMUNICACIÓN PERSONAL. RUIZ, Hugo. Docente Facultad Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño, Pasto. 2000.

Para el control de minadores *Lyriomiza cuadrata*, pulguitas *Epitrix* sp, tostón *Frankiniella tuberosa*, y trozadores *Agrotis ipsilon*, se utilizó amidor (metamidofos), en rotación con sistrato (dimetoato) en dosis de 30 y 25 cc por bomba, respectivamente.

2.5.3 Ajo. Siembra por semilla. Se utilizó semilla certificada variedad peruana. Se sembró en líneas continuas previamente surcado, las eras tuvieron una longitud 1,2 m de ancho y 0,15 mts de altura con una zanja de separación de 0,4 mts. Se sembraron los bulbillos a una distancia de 7 cm uno de otro poniéndolos con las puntas hacia arriba a una profundidad de 4 – 5 cm aproximadamente, intercalado con laurel de cera en una parcela de 16 m x 16 m con tres repeticiones. Cada parcela constó de 14 eras o callejones; se sembraron 3642 plantas por parcela.

2.5.3.1 Plan de fertilización. Según el análisis de suelos todos los macro elementos se encuentran en suficiencia por lo cual no necesita aplicar en el primer y segundo ciclo ningún fertilizante Ruíz⁹.

2.5.3.2 Manejo de malezas. Se realizaron tres deshierbes, el primero un mes después de la siembra luego a los dos meses y cuatro meses respectivamente.

2.5.3.3 Control de plagas. El control de plagas se realizó contra ácaros y se controlaron con insecticidas a base de Tiometón a razón de 1.5 lt/ha.

2.5.3.4 Control de enfermedades. Se realizó contra la pudrición del bulbo causada por *Sclerotium cepivorum* y *Alternaria porri* que produce el amarillento del follaje. Se controló con funguicidas compuestos por procimidona (sumilex) en dosis de 20 gr. Por bomba, se aplicó timsen en dosis de 30 gr. por bomba.

2.5.4 Laurel de cera

2.5.4.1 Manejo de malezas. El laurel de cera se mantuvo libre de malezas realizando plateos cada 3 meses.

2.5.4.2 Plan de fertilización. Según Ruiz ¹⁰, se aplicó 10 bultos de urea por hectárea para un total de 30 gramos por cada árbol, en forma localizada a 50 cm del árbol en el plato incorporándolo, se dividieron en 3 aplicaciones durante un año.

⁹ Ibid 1 p. 29

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se dieron en el trabajo de grado “Evaluación del arreglo agroforestal en líneas de laurel de cera *Myrica pubescens* con papa *Solanum tuberosum* y ajo *Allium Sativum* en la vereda Botana, municipio de Pasto” se presentaron de la siguiente manera dando cumplimiento a los objetivos trazados en la investigación. Es así como se evaluó la variación del componente físico y químico del suelo en el arreglo agroforestal; además se conoció el efecto del componente agrícola sobre el desarrollo del laurel, posteriormente se realizó un análisis de presupuesto parcial, evaluando la productividad de papa y ajo en el arreglo.

3.1 PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

3.1.1 Tratamientos generales. En el anexo 1, se presentan los datos promedios de humedad gravimétrica, densidad aparente, densidad real, porosidad total y conductividad hidráulica, en parcelas de laurel de cera solo, como en intercalamiento con ajo y papa, sin encontrarse diferencias estadísticas

¹⁰ Ibid 1 p. 29

significativas entre ellos, de acuerdo con el anexo 2 y con evaluación en dos períodos.

Sin embargo, los resultados de las propiedades físicas en el T1 LC– solo muestran una tendencia hacia el incremento en contenido de humedad gravimétrica, contenido total de poros y conductividad hidráulica, a su vez disminuciones en densidad aparente y densidad real (figuras 3, 4, 5, 6, 7), esto, posiblemente se puede relacionar a incrementos en materia orgánica. Al respecto Rangel y Rivera (1994,83) y Charry (1987) afirman que mientras se mantenga en el suelo una capa orgánica por estrecha que esta sea, va influir sobre el contenido de humedad, densidad aparente y densidad real.

El T2 LC//papa y T3 LC//ajo muestran una tendencia hacia la disminución en el contenido de humedad gravimétrica, contenido total de poros y conductividad hidráulica e incrementos en densidad aparente y densidad real. Este comportamiento posiblemente se puede relacionar al laboreo intensivo y a la pérdida de la materia orgánica ya que modifican la estructura del suelo, influyen en la compactación del mismo impidiendo la circulación de el agua y el aire (Varela 1963, citado por Rangel y Rivera 1994,20).

3.1.2 Posición respecto al árbol. En anexo 3, se observan los promedios generales de las cinco propiedades físicas en dos períodos de evaluación y para muestras tomadas cerca (distancia de tres metros) y lejos (distancia de 6 metros)

de la influencia de los árboles. De acuerdo con el anexo 4, en ningún caso se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, ni entre distancias, ni para la interacción distancias por tratamientos.

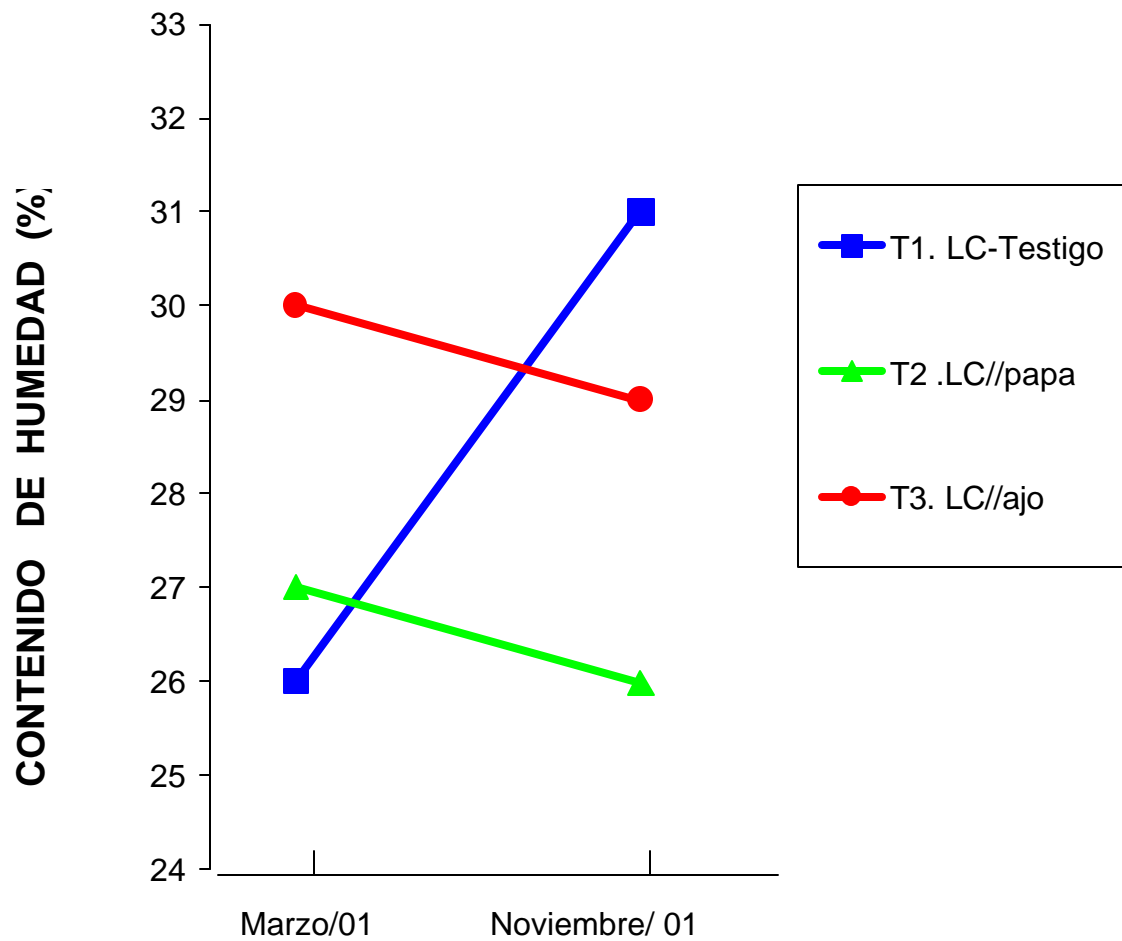


Figura 3. Comportamiento del contenido de humedad para cada uno de los tratamientos en los meses de marzo y noviembre de 2001.

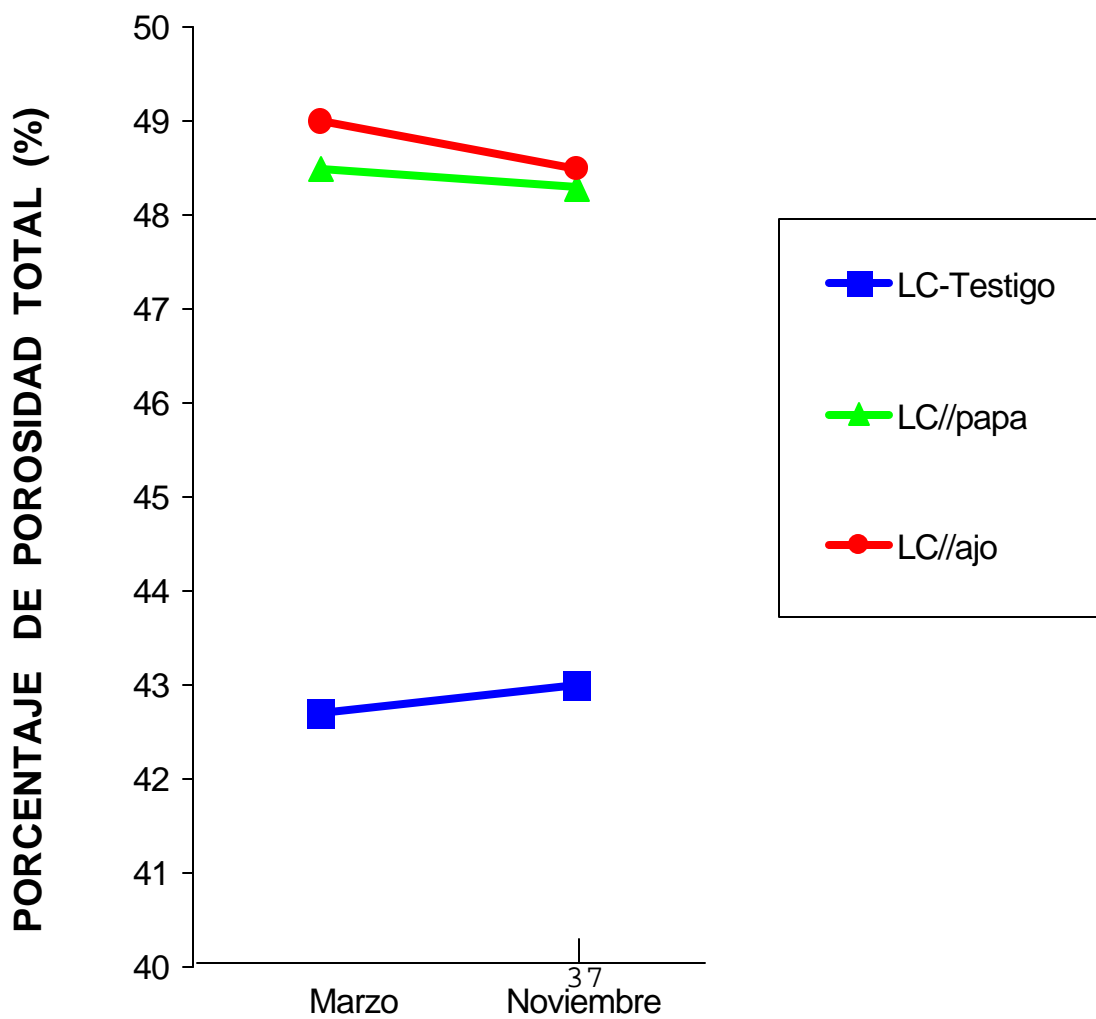
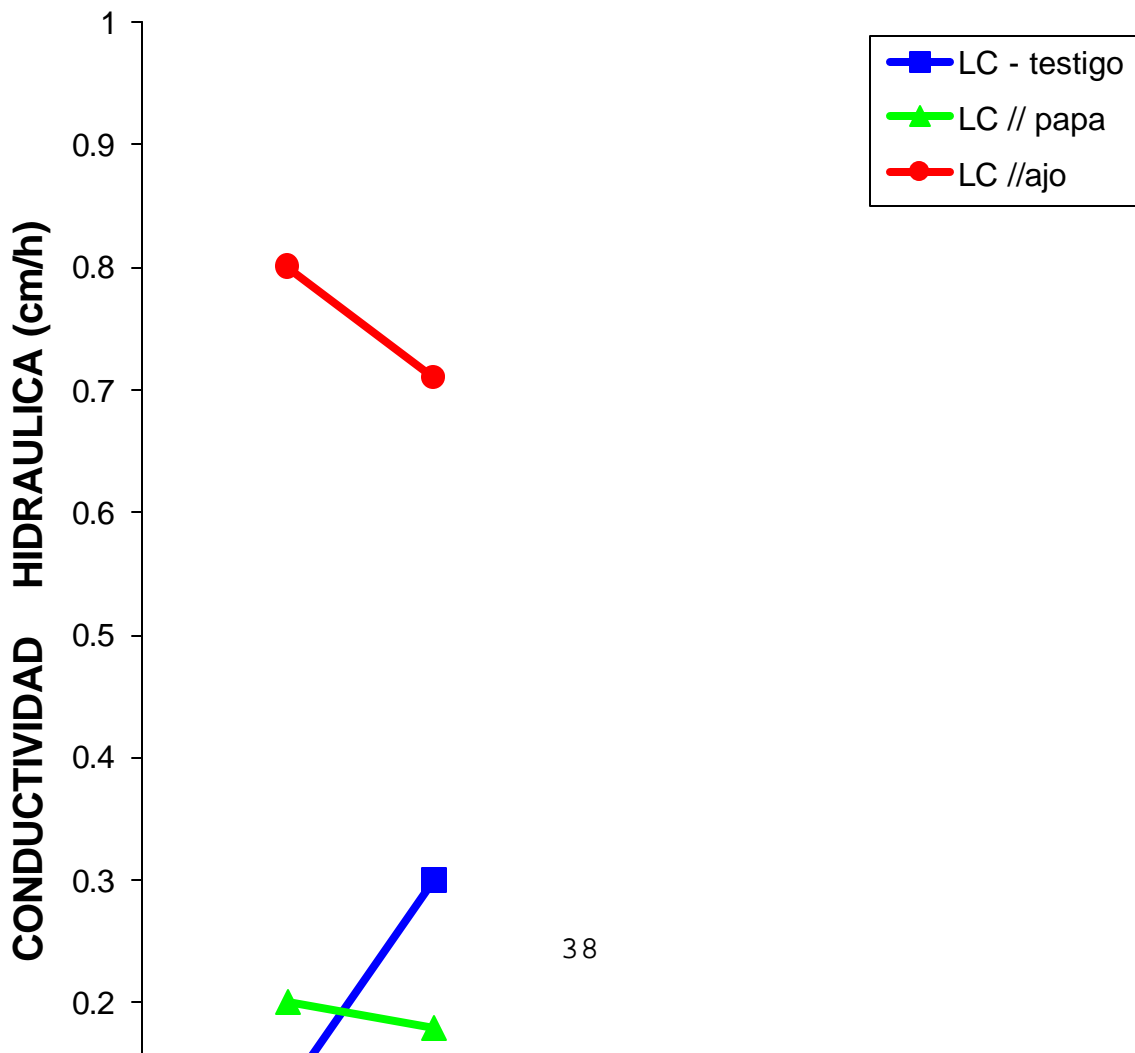


Figura 4. Comportamiento de la porosidad (%) para cada uno de los tratamientos en los meses de marzo y noviembre de 2001.



t

Figura 5. Comportamiento de la conductividad hidráulica para cada uno de los tratamientos en los meses de marzo y noviembre de 2001

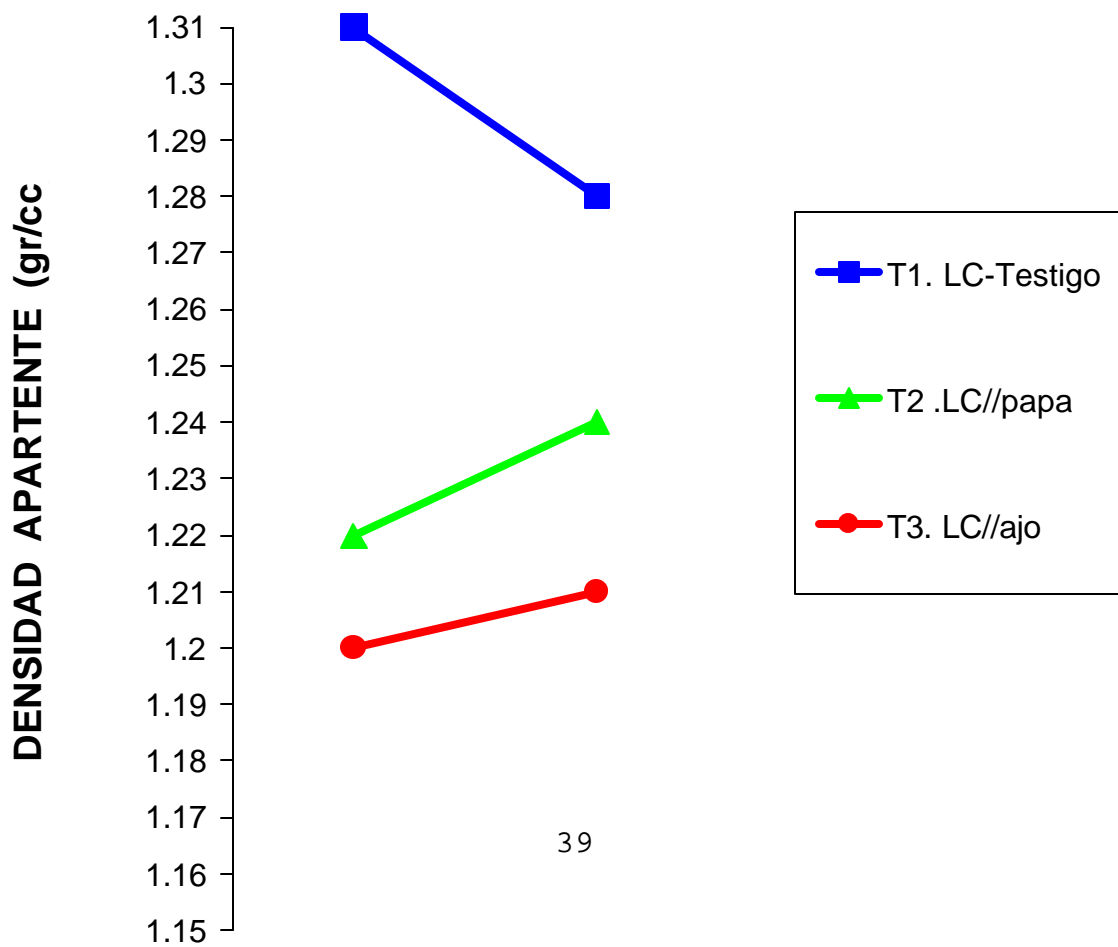




Figura 6. Comportamiento de la densidad aparente en cada uno de los tratamientos en los meses de marzo y noviembre de 2001.

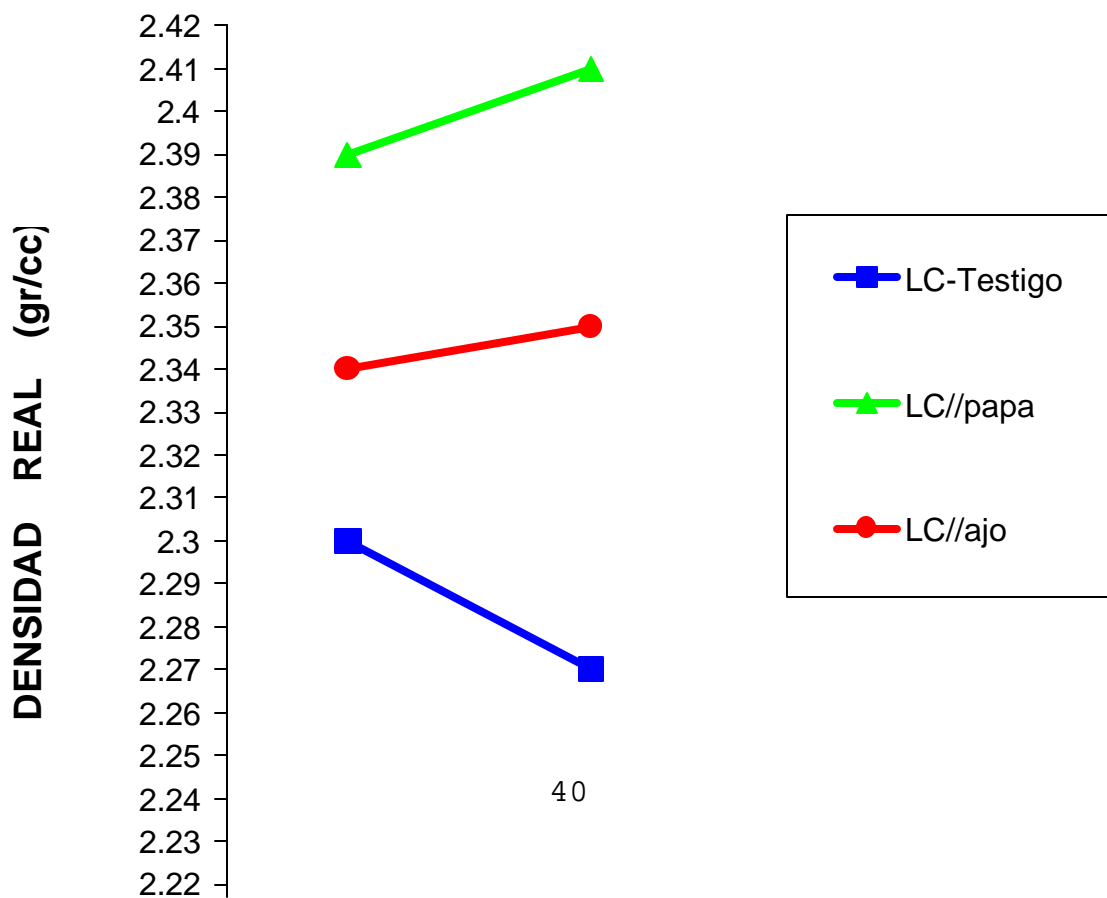


Figura 7. Comportamiento de la densidad real para cada uno de los tratamientos en los meses de marzo y noviembre de 2001.

Dada la no significancia estadística en cada una de las propiedades físicas evaluadas en los dos períodos en áreas de menor y mayor influencia de laurel de cera, Sañudo ¹¹ afirma, que los resultados indican que bajo suelo en barbecho o cultivado (LC//ajo, LC//papa), las propiedades físicas determinadas no son afectadas por incrementos o disminuciones de los promedios, debido a que los cambios dependen más del origen del suelo, su evolución y los contenidos de materia orgánica, lo cual indicaría la posibilidad de cambios cuando el arreglo del laurel muestre también madurez y haga aportes de material orgánico a través del tiempo.

Sin embargo, a pesar de no existir diferencias estadísticas significativas, se aprecia lo largo de la investigación en el T1 una tendencia, hacia el mejoramiento de las propiedades físicas (contenido de humedad, densidad aparente, densidad real, porosidad total, conductividad hidráulica) (figuras 8, 9, 10, 11, 12),

especialmente en los sectores que para efectos del estudio se consideraron como cerca del árbol. Al respecto, esa tendencia, posiblemente se puede deber al efecto de las raíces tanto del componente arbóreo como de la cobertura densa (pastos), ya que según Commenford et al (1984) citado por Nair (1997, 319) afirma, que la mayoría de las raíces finas alimentadoras de muchos arboles comúnmente se encuentran dentro de una capa arable de 20 cm. De profundidad, adicionalmente Gallardo et al 1993 citado por Molina y Narváez (2000, 9) afirma, que las raíces del laurel de cera son abundantes y se extienden superficialmente formando una red alrededor. Lo anterior puede traducirse en una tendencia hacia la mejora de las propiedades

¹¹ Ibid 7 p. 27

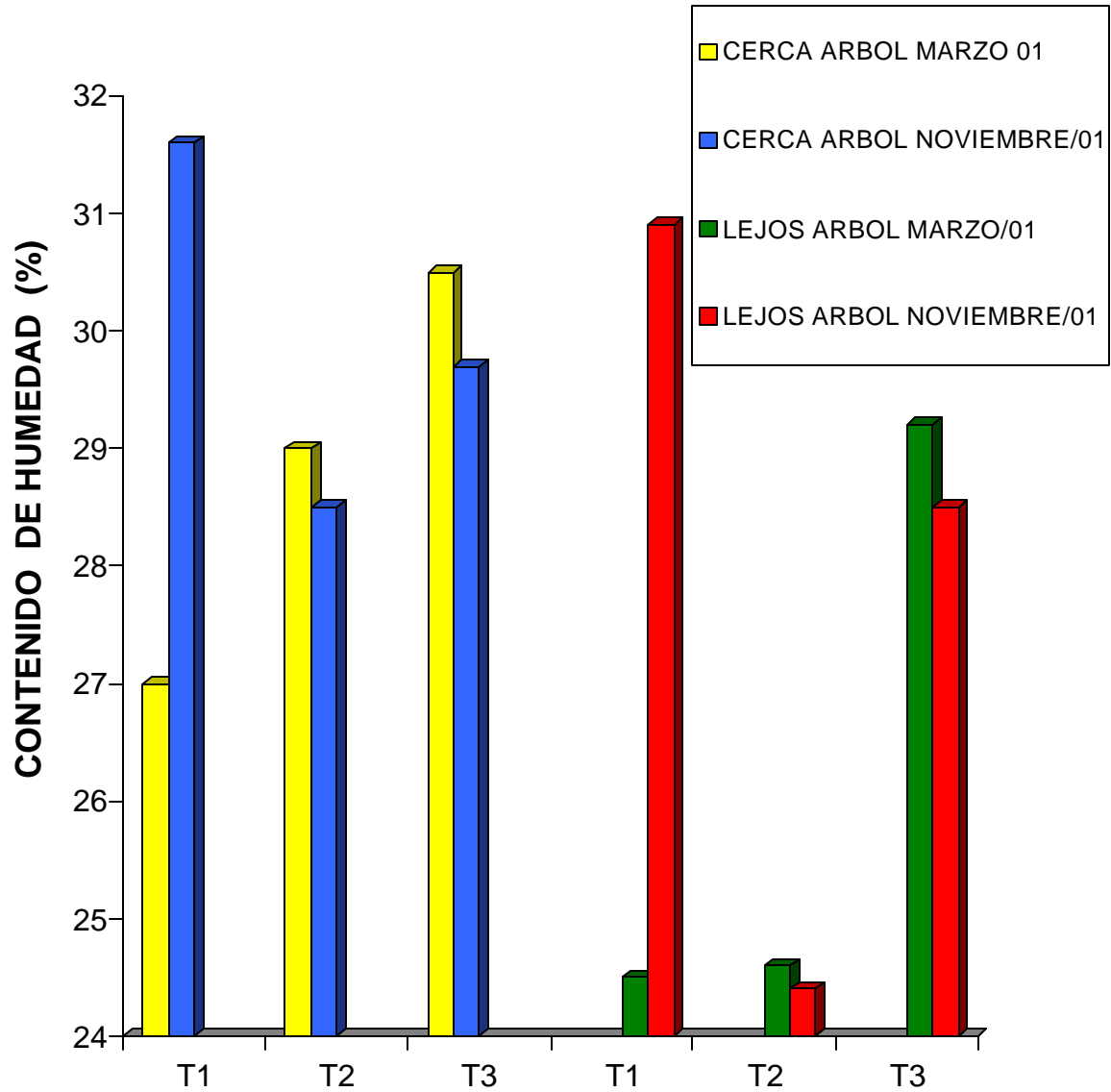


Figura 8. Comportamiento del contenido de humedad gravimétrica en áreas de mayor y menor influencia del componente arbóreo en los meses de marzo y noviembre de 2001, en cada tratamiento

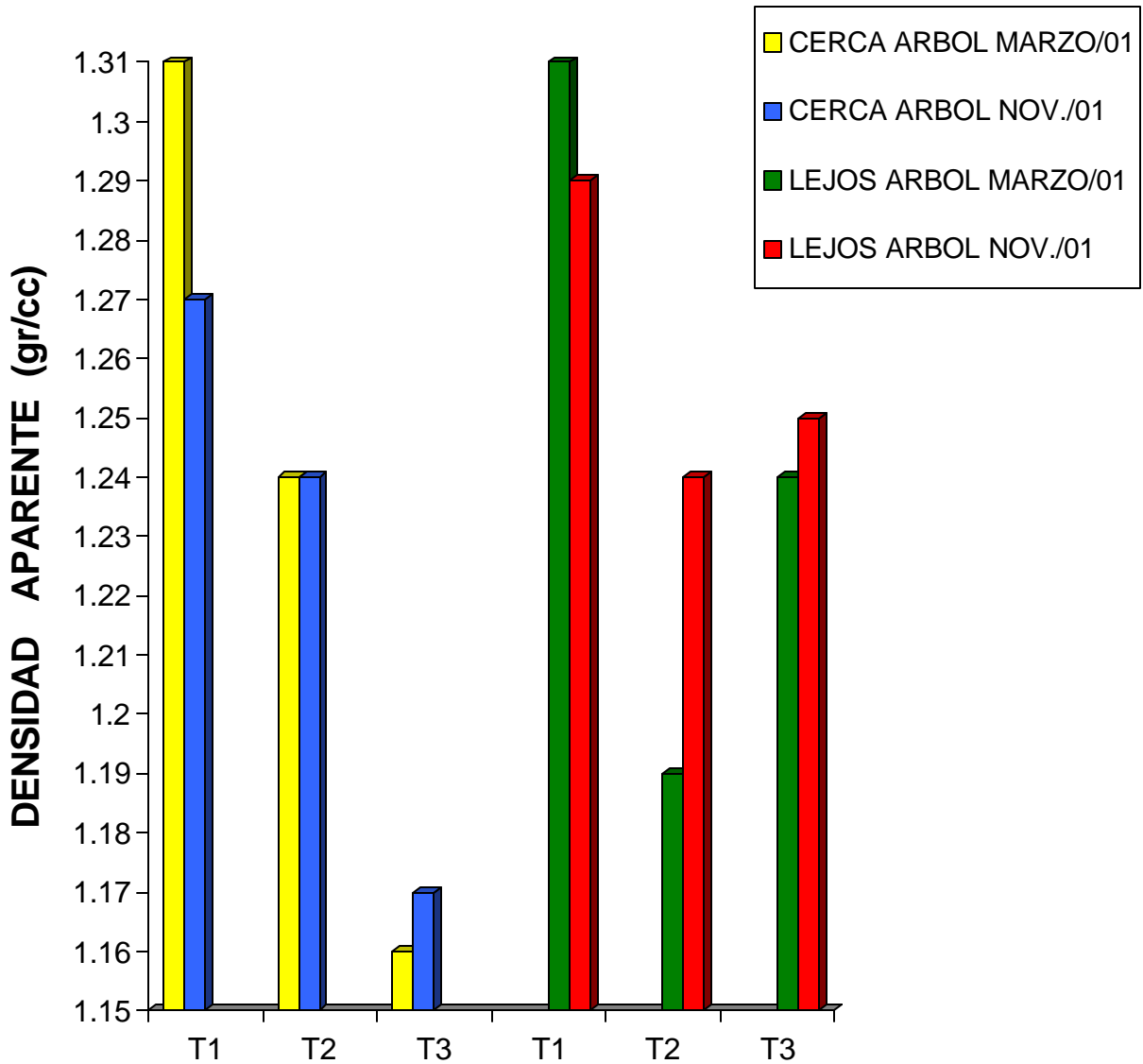


Figura 9. Comportamiento de la densidad aparente en áreas de mayor y menor influencia del árbol por tratamiento en los meses de marzo y noviembre de 2001

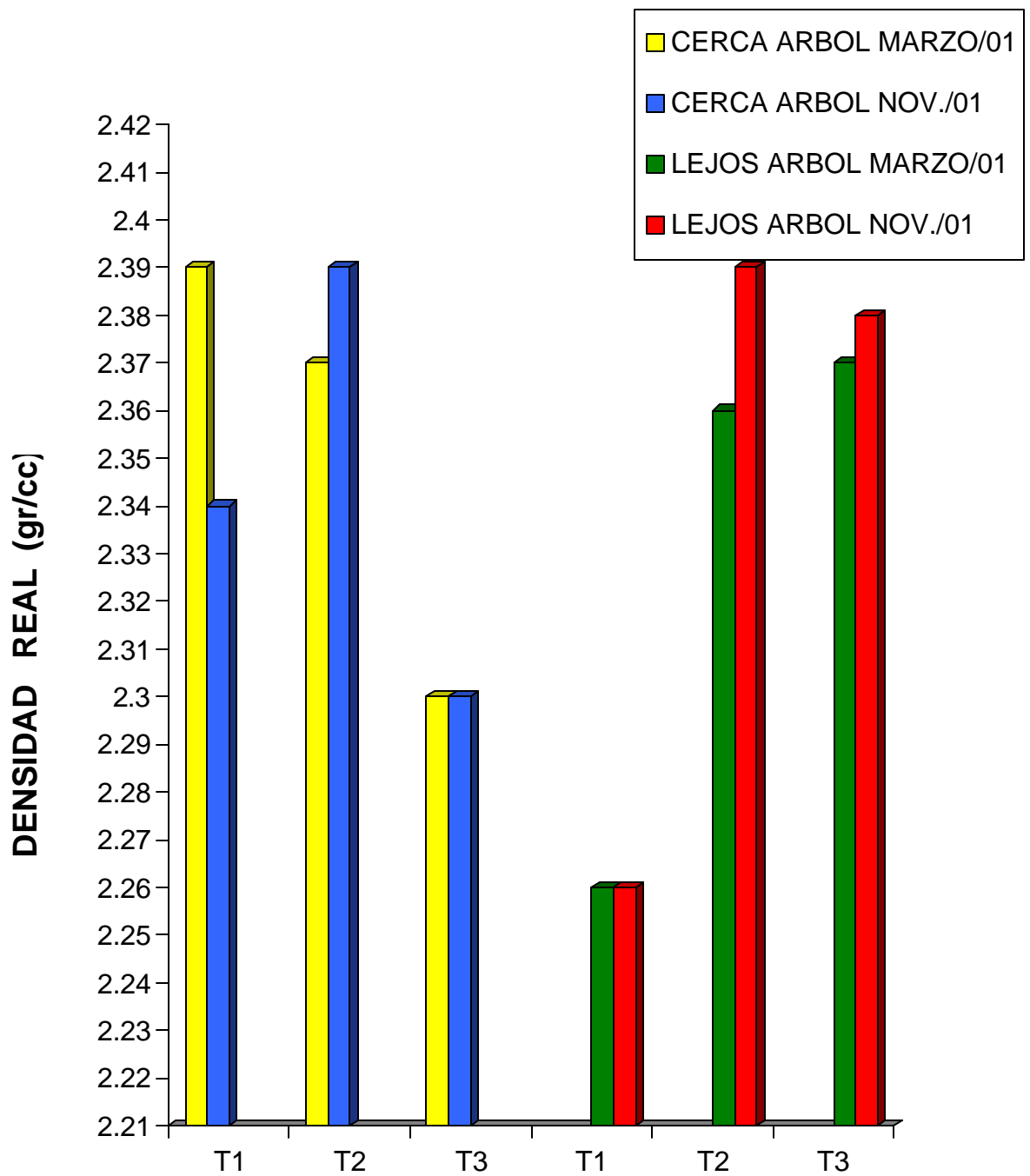


Figura 10. Comportamiento de la densidad real en áreas de mayor y menor influencia del componente arbóreo en los meses de marzo y noviembre de 2001, en cada tratamiento

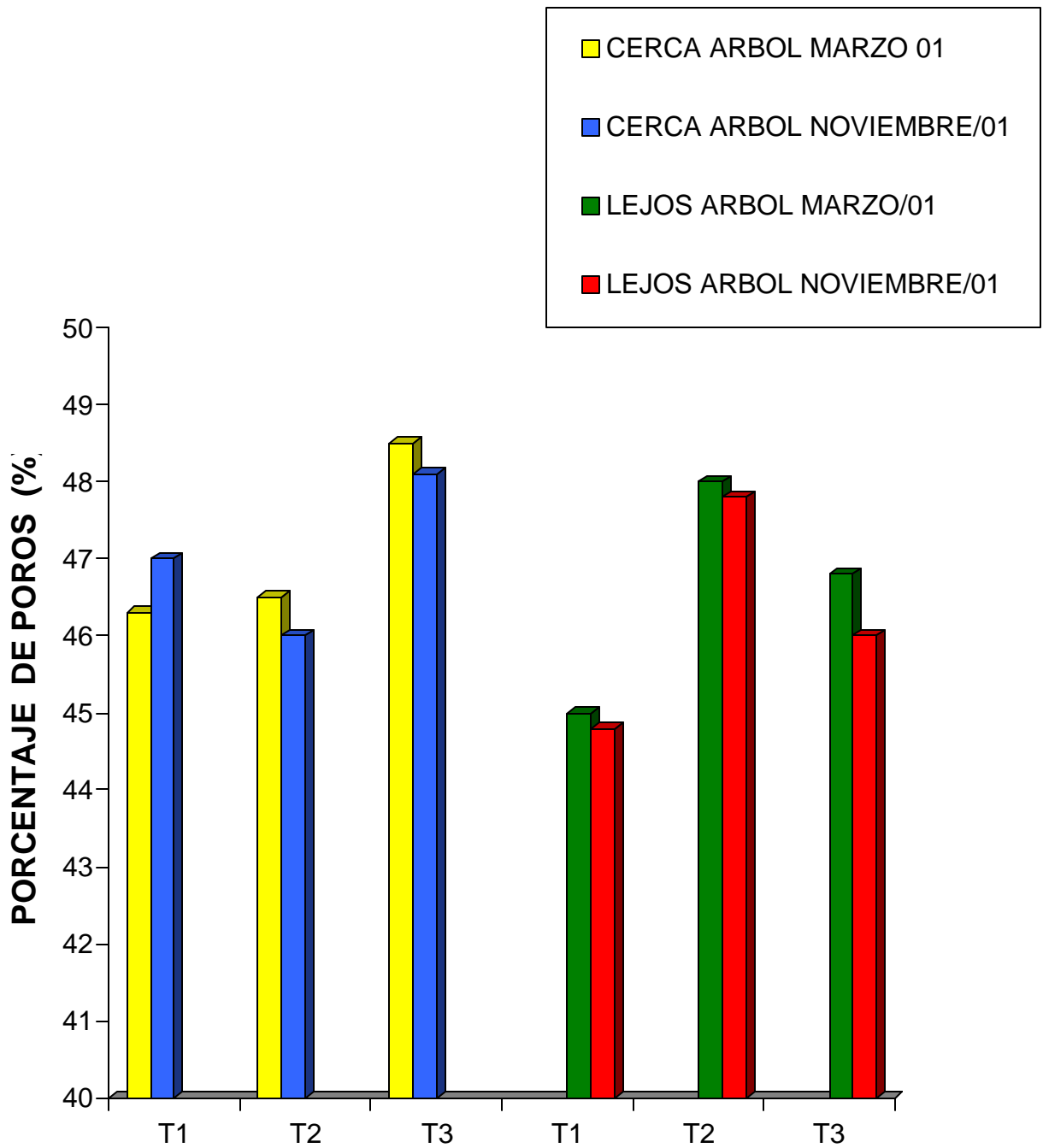


Figura 11. Comportamiento del contenido total de poros (%) en áreas de mayor y menor influencia del laurel por tratamiento en los meses de marzo y noviembre de 2001

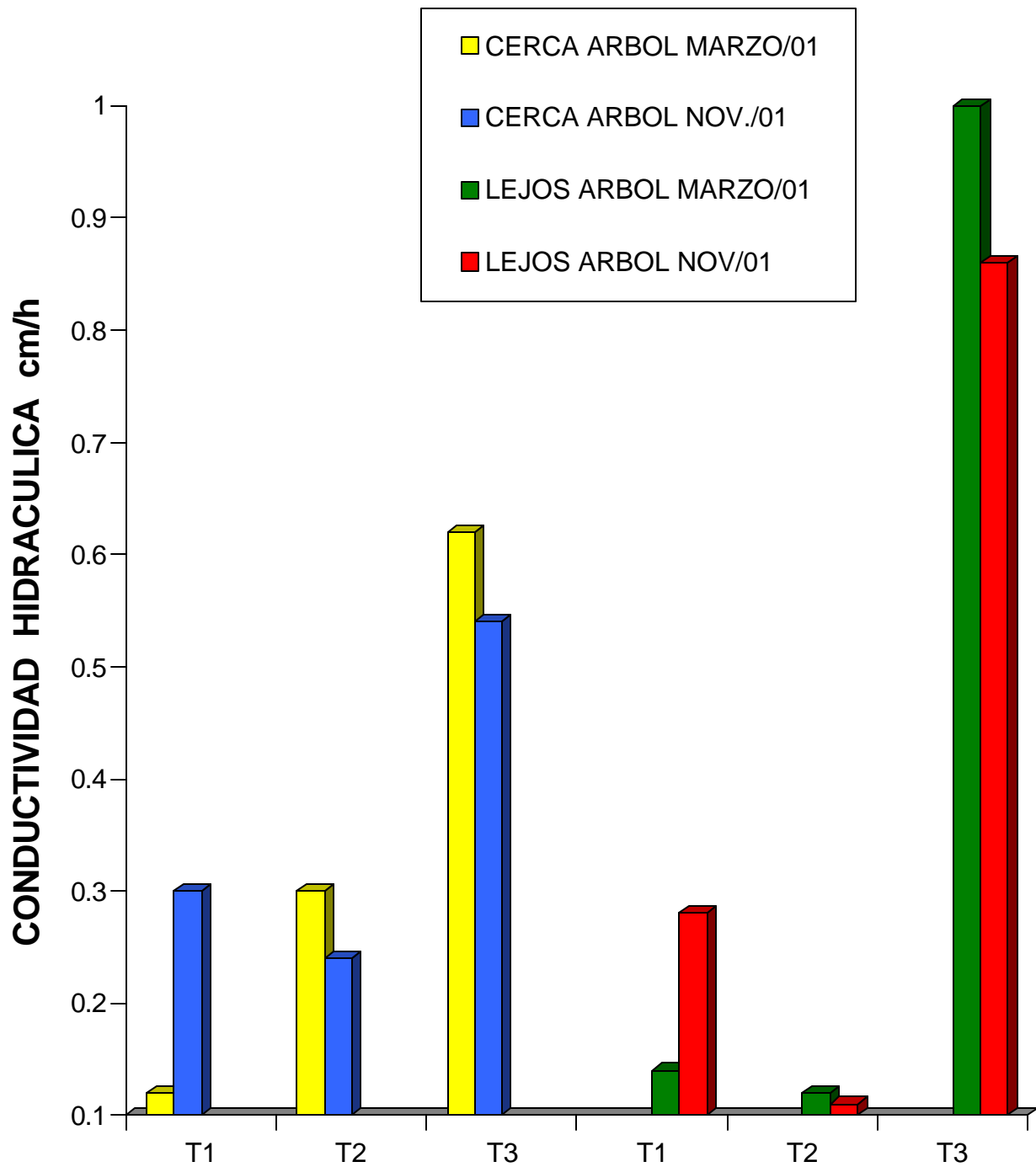


Figura 12. Comportamiento de la conductividad Hidráulica (cm/hora) por tratamiento en áreas de mayor y menor influencia del componente arbóreo en marzo y noviembre de 2001

físicas, en el momento que estas raíces penetren el perfil del suelo, las cuales al morir y descomponerse dejan cavidades tubulares que incrementan la infiltración, mejoran la aireación y estructura y suministran materia orgánica (Suarez de Castro 1965 citado por España y Delgado 1989).

De lo expuesto por el autor, si se mejora la infiltración se presentará un incremento en contenido de humedad, lo cual se traducirá como lo afirma Gill 1959 citado por Legarda (1988, 86) en la presencia de menores promedios en densidad aparente.

Para sustentar lo afirmado por Gill, Swindale 1969 citado por Arias 1970 dice que cuando se extraen las películas de agua del suelo, aumenta el contacto de una partícula a otra y también aumenta la oportunidad de ligazones químicas entre la superficie de las partículas. Entonces de lo expuesto por el autor se puede inferir que esa tendencia en el aumento del contenido de humedad, como sucede en T1, disminuye el contacto de una partícula a otra, disminuyendo la oportunidad de ligazones químicas y así favorecer el mejoramiento de las propiedades físicas .

A diferencia del T1, el T2 LC//papa y el T3 LC//ajo, muestran una tendencia hacia la disminución del porcentaje total de poros, contenido de humedad gravimétrica y conductividad hidráulica, a su vez incrementos en densidad aparente y densidad real. Este comportamiento se puede relacionar a un efecto del componente arbóreo, en donde la influencia del laurel en áreas cercanas al árbol, no permiten

romper o labrar el suelo a fin de lograr una buena aireación Ruiz ¹², pues si se realizan las labores culturales de deshierbe y aporque posiblemente se produzcan heridas al sistema radicular del árbol, ocasionándole daños (Sánchez, 1995, 96).

3.2 PROPIEDADES QUÍMICAS

En el anexo 5, se presentan los resultados de los análisis de suelos al inicio y al final del ensayo en cada uno de los tratamientos.

- El comportamiento de la materia orgánica muestra un incremento del 1% LC-testigo. Lo anterior se puede relacionar a que durante el ensayo, el T1 permaneció con coberturas densas (pastos), esta circunstancia influye para que la cobertura vegetal a través de sus raíces penetre el perfil del suelo, las cuales al morir y descomponerse incrementan la infiltración, mejoran la estructura y suministran materia orgánica (Suárez de Castro (1965) citado por España y Delgado, 1989, 12) (figura 13)

El T2 LC//papa y el T3 LC//ajo presentó una disminución de 1,5% y 1,8% de materia orgánica, respectivamente. Este comportamiento se puede relacionar a que el suelo estaba cultivado con coberturas limpias, sin ninguna incorporación de residuos vegetales, lo que indica que el manejo y la utilización de residuos de cosecha son decisivos en el papel de la dinámica de la materia orgánica y de la conservación de la fertilidad. (Fassbender, citada por Navia, 1998, 117).

¹² Ibid 10 p. 29.

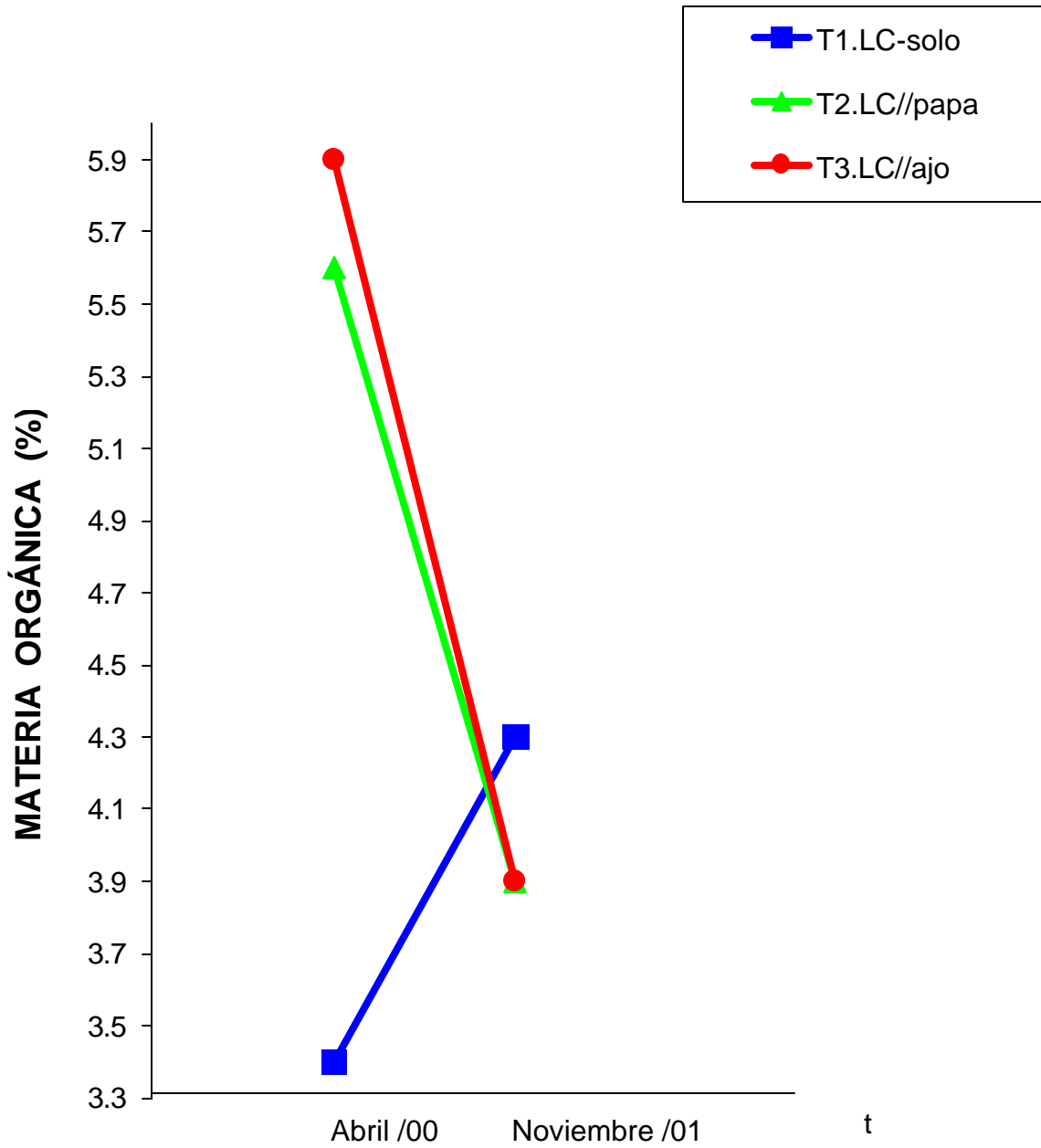


Figura 13. Comportamiento de la materia orgánica por tratamiento al inicio y al final del experimento

- El pH muestra descensos para los tres tratamientos especialmente en el T2 LC//papa, donde se presentó una disminución de 0,7 (Figura 14). Este comportamiento se puede relacionar a una serie de reacciones que se suceden entre el aluminio intercambiable y los fertilizantes fosfatados originando fosfatos de aluminio que incrementan la acidez en el suelo (Tisdale y Nelson, 1982 citados por Acosta y Adarme, 1998, 8).
- La dinámica del P presentó incrementos para los tres tratamientos, destacándose el T2 LC//papa donde hubo un incremento de 45 ppm (Figura 15). Este comportamiento se debe a procesos de fijación. Al respecto; IGAC 1995, citados por Acosta y Adarme (1998, 8) afirma que el fósforo reacciona rápidamente con otros elementos químicos del suelo, formando compuestos menos solubles que reducen la disponibilidad de este elemento para la planta. Este proceso afecta a los fosfatos solubles, aplicados en forma de fertilizantes ya que a través de la reacción que ocurre con partículas orgánicas e inorgánicas del suelo reducen su solubilidad.

Tisdale y Nelson 1982 citados por Acosta y Adarme 1998, 8 afirman, que en suelos ácidos hay un mecanismo adicional de fijación, el aluminio intercambiable reacciona con abonos fosfatados y forma compuestos con la fórmula general $Al(OH)_2 H_2 PO_4$. Un efecto indirecto de este mecanismo es la precipitación del aluminio intercambiable con el fósforo, de acuerdo con cálculos experimentales 1

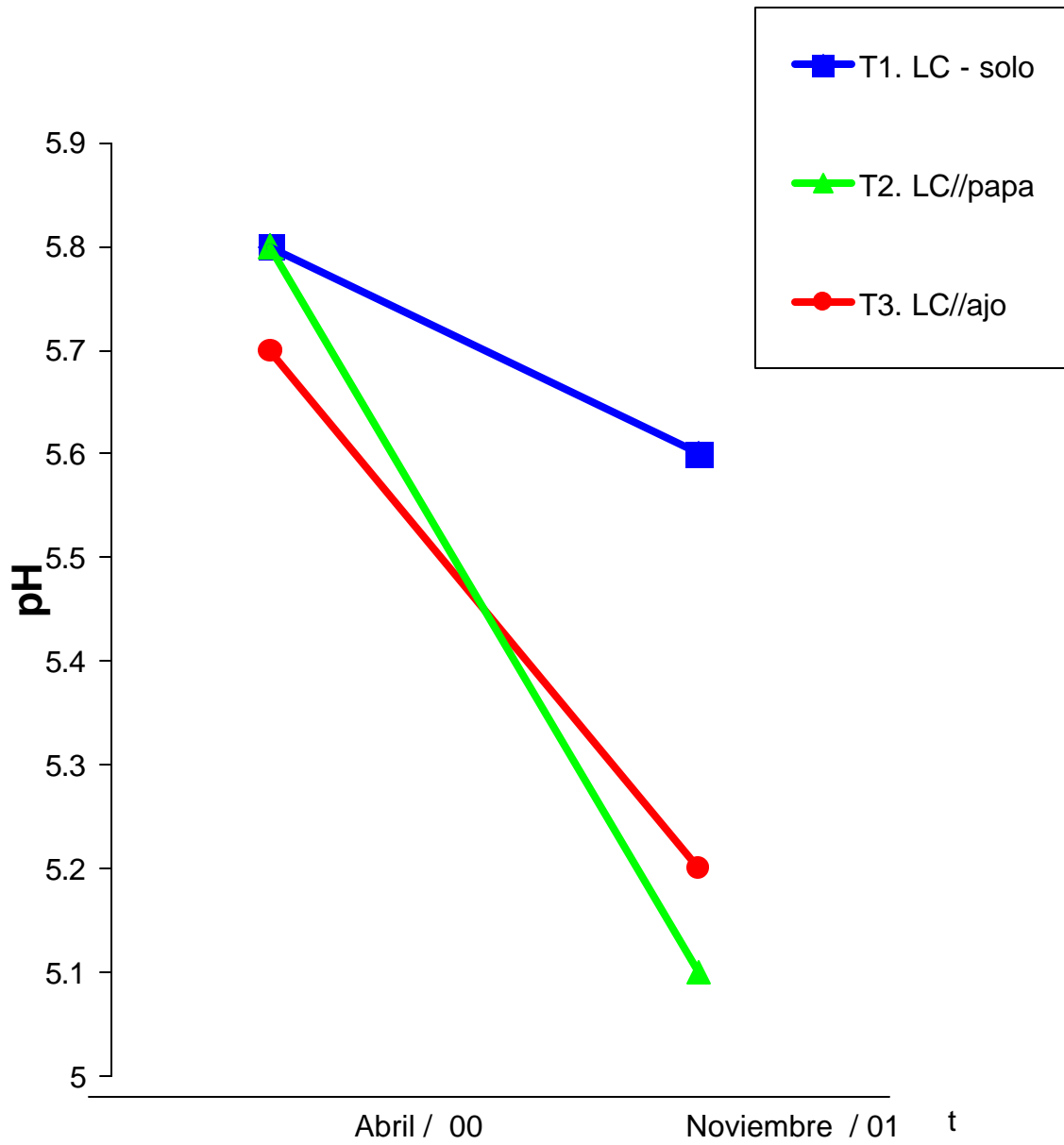


Figura 14. Comportamiento del pH por tratamiento al inicio y final del experimento

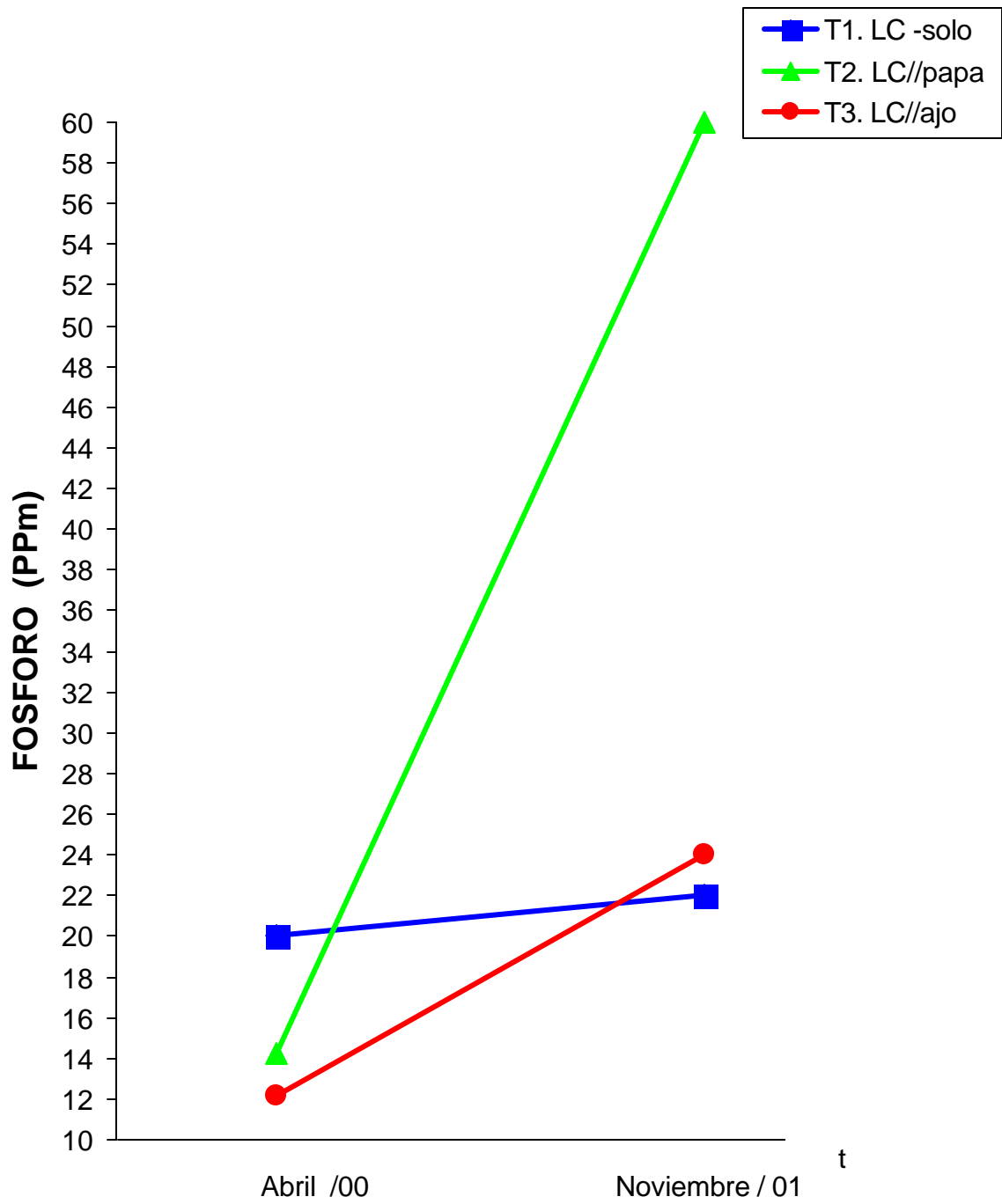


Figura 15. Comportamiento del fósforo (ppm). Por tratamiento al inicio y final del ensayo.

meq de aluminio intercambiable / 100 gr. de suelo puede fijar alrededor de 70 ppm de fósforo y que el aluminio se precipita de esta manera.

- El nitrógeno muestra un incremento de 0,04% para el T1 LC-testigo. El comportamiento del N en el T2 LC//papa y el T3 LC//ajo presentó una disminución de 0,06% Y 0,07%, respectivamente. Lo anterior se puede relacionar a que el ritmo de absorción de nutrientes, especialmente de N, es mayor durante el ciclo vegetativo de estas dos especies (figura 16).

2.2 INFLUENCIA DEL ÁRBOL SOBRE LOS CULTIVOS

2.2.1 Cultivo ajo

2.2.1.1 Altura de plantas. En el anexo 6 se presentan los valores de t para promedios de altura a los 30, 60, 90 y 150 días después de la siembra en áreas de mayor y menor influencia del componente arbóreo.

A los 30 días después de la siembra se muestra un promedio de 19,10 cm y 14,85 cm para plantas señaladas lejos y cerca del árbol, respectivamente.

La prueba de t a los 30 días, no muestra diferencias estadísticas de 19,10 cm y 14,85 cm para plantas señaladas lejos y cerca del árbol, respectivamente.

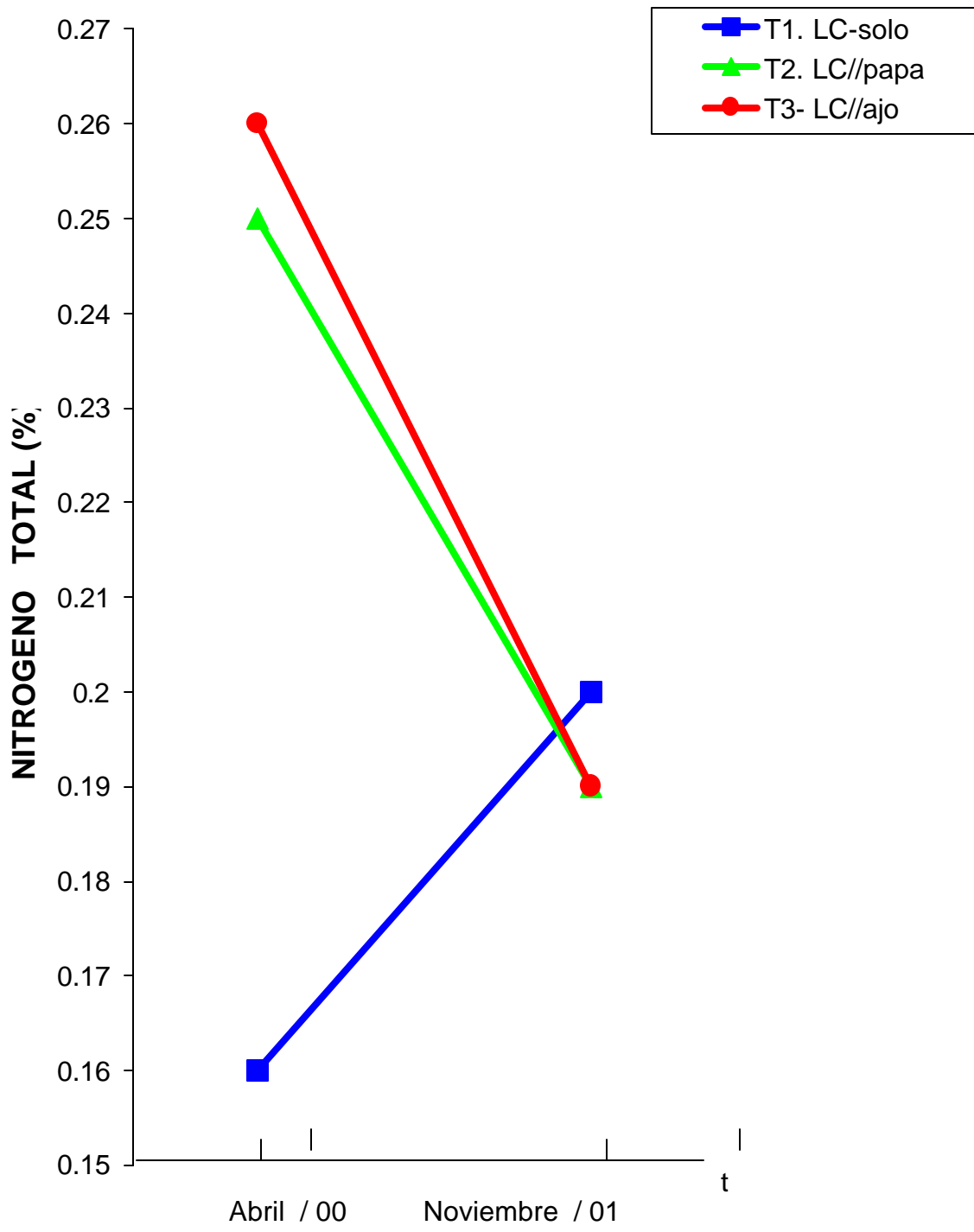


Figura 16. Comportamiento del nitrógeno (%) por tratamiento al inicio y al final del ensayo

La prueba de t a los 30 días, no muestra diferencias estadísticas significativas a un nivel del 5% de probabilidad; pero si se presenta un promedio mayor en altura para plantas indicadas lejos del árbol en relación a las plantas seleccionadas cerca del árbol.

A los 60 días después de la siembra se aprecia un promedio de 24,8 cm para plantas muestreadas lejos del árbol y 19,85 cm para plantas indicadas dentro un radio de influencia mayor del laurel de cera.

Al evaluar el comportamiento de la altura de plantas de ajo a los 60 días en áreas de mayor y menor influencia del componente arbóreo mediante la prueba de t se encontró que no existen diferencias significativas a un nivel del 5% de probabilidad estadística.

Así mismo, transcurridos 90 días después de la siembra los valores promedio de altura de plantas de ajo fueron de 29,80 cm y 26,10 cm para plantas que se seleccionaron lejos y cerca del árbol, respectivamente, no encontrándose diferencias estadísticas significativas.

De igual manera a los 150 días después de la siembra se aprecian valores promedio de 46,20 cm para muestras tomadas lejos del componente forestal y 40,21 cm para plantas indicadas dentro de un radio de influencia mayor del laurel.

El comportamiento de la altura de plantas de ajo en áreas de mayor y menor influencia del laurel de cera no presentan una significancia estadística a lo largo de los días de evaluación sin embargo se observan que hay una tendencia de las plantas lejos del árbol a presentar mayores promedios frente a las plantas seleccionadas cerca del componente forestal (figura 17).

Este fenómeno se puede relacionar a un comportamiento de los miembros de la comunidad vegetal en donde estos (Laurel de cera. ajo) utilizan las mismas reservas de los recursos de crecimiento como son: Luz, agua, nutrientes, entre otros (Nair, 1997, 283).

Loomis et al, citados por Caballero (1997, 38) afirman que los cultivos agrícolas son básicamente sistemas fotosintéticos que implican un proceso complejo de nutrición de plantas; además de las exigencias sobre los factores climáticos, intensidad de luz, temperatura, concentración de CO₂, un adecuado suministro de agua y nutrientes, son determinantes cuantitativas de producción. (Nichiporovich, 1969, citado por Caballero, 1997,38).

El mismo autor afirma que cualquier modificación de estos factores provoca mayor o menor capacidad fotosintética y por lo tanto mayor o menor desarrollo del patrón vegetal.

2.2.1.2 Profundidad efectiva. En el anexo 7 se muestran los valores de t para los promedios de profundidad efectiva a los 35, 90 y 150 días después de la siembra en áreas de mayor y menor influencia del componente arbóreo.

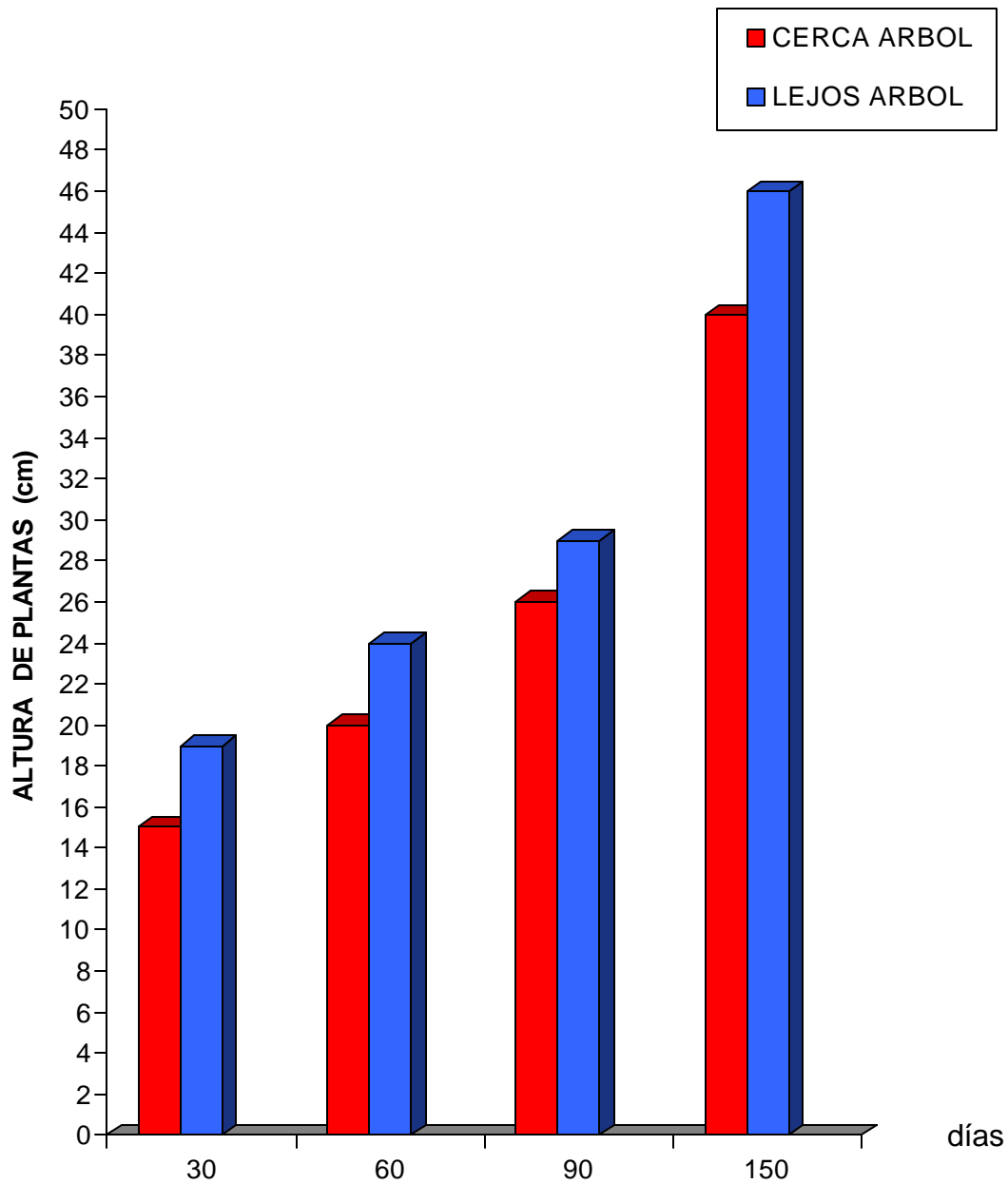


Figura 17. Comportamiento de la altura de plantas a los 30, 60, 90, 150 días en áreas de mayor y menor influencia del componente arbóreo en ajo *Allium sativum*

Vereda Botana, Municipio de Pasto

Transcurridos los primeros 35 días después de la siembra, se aprecian promedios de 3,27 cm y 2,60 cm para plantas seleccionadas en sectores de mayor y menor influencia del árbol, respectivamente.

Al realizar la prueba de t se muestran diferencias estadísticas significativas a un nivel del 5% de probabilidad, indicando que la mayor profundidad efectiva la presentaron las plantas seleccionadas lejos del árbol en comparación a las plantas tomadas cerca del laurel, donde presentaron menores promedios.

No obstante, a los 90 días después de la siembra se presentó un promedio de 5,15 cm para plantas muestreadas lejos del laurel de cera y 4,38 cm para plantas indicadas dentro de un radio en donde el árbol ejerce su influencia sobre el cultivo.

Evaluando esta variable a los 90 días en los sectores donde se indicaron las plantas de mayor y menor influencia del árbol mediante la prueba de t no se evidencian diferencias estadísticas significativas; sin embargo se aprecia que los mayores promedios están presentes en plantas seleccionadas lejos del árbol.

Finalmente a los 150 días después de la siembra, los promedios para plantas tomadas lejos y cerca del árbol fueron de 6,24 y 5,56 cm, respectivamente; encontrándose diferencias significativas a un nivel del 5% de probabilidad

estadística, en donde se aprecia que las plantas lejos del árbol muestran mayores promedios frente a las plantas que se seleccionaron cerca del árbol.

Analizando el comportamiento de la profundidad efectiva durante los días de evaluación se aprecian unas características especiales en los promedios, encontrándose que los mayores promedios se hallan en las plantas seleccionadas lejos del componente arbóreo (figura 18).

Lo anterior se puede deber a una interacción (principalmente competitiva) de la parte subterránea entre los componentes de los factores de crecimiento absorbidos a través de las raíces (Nair, 1997, 277).

Ordóñez y Trejos (1988, 10) afirman que la competencia por agua afecta de una manera decisiva al ciclo de vida del cultivo. Donari y Rosell(1978) citados por Ordóñez y Trejos (1988, 10), afirman que el ajo necesita de un adecuado suministro de agua, más precisamente de 400 mm aproximadamente para la obtención de buenos rendimientos.

Tomando como base el anterior criterio y al relacionarlo con los datos obtenidos en contenido de humedad gravimétrica en áreas de mayor y menor influencia del componente arbóreo, se aprecia como los resultados en contenido de humedad disminuyeron en el tratamiento, especialmente en los sectores que para efectos del experimento se determinaron como cerca del árbol, dando como resultado que

las plantas indicadas cerca del árbol hallan mostrado características diferentes en profundidad efectiva a las plantas seleccionadas lejos de la especie forestal.

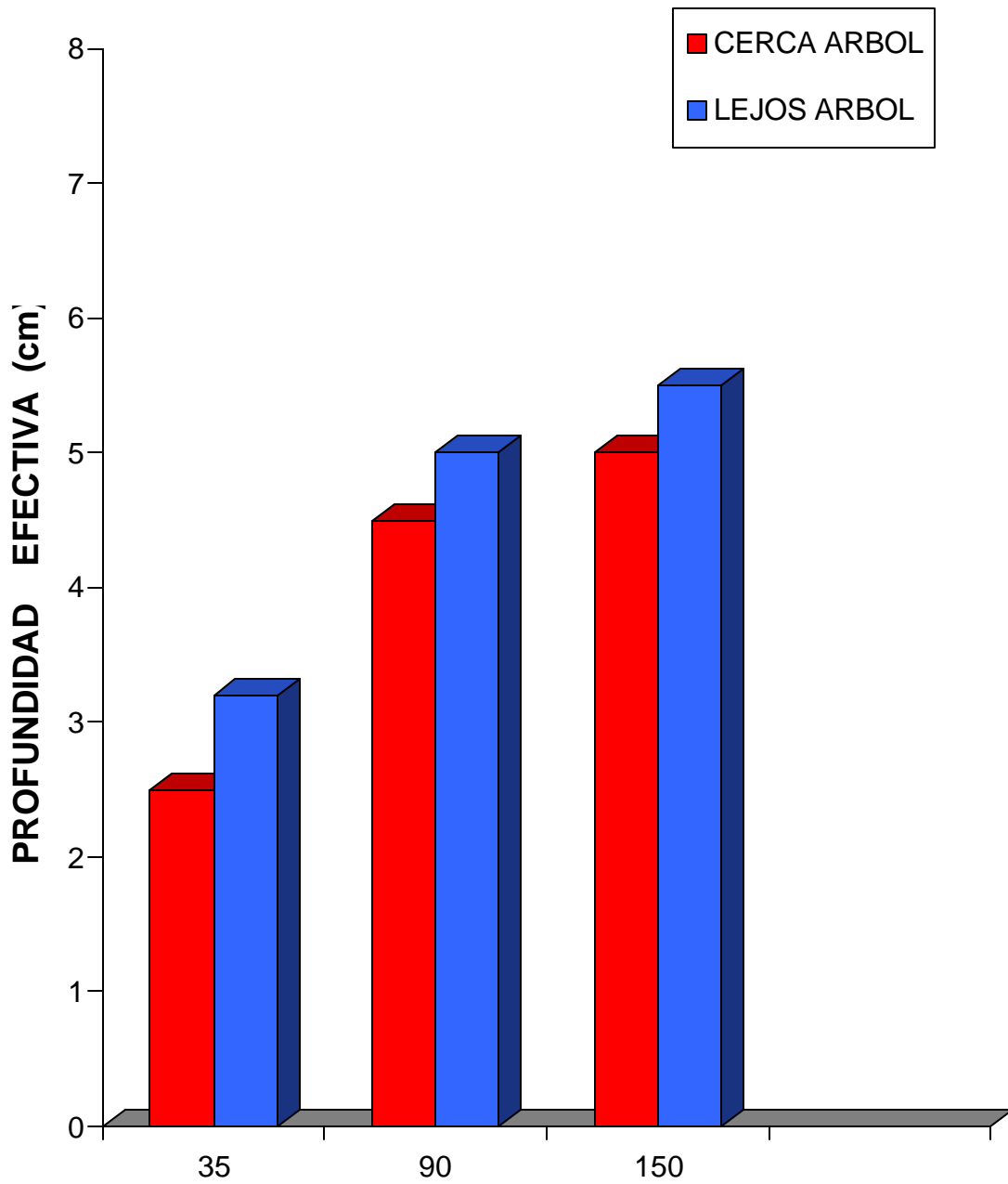


Figura 18. Comportamiento de la profundidad efectiva a los 35, 90, 150 días en áreas de mayor y menor influencia del componente forestal en ajo *Allium sativum*

Vereda Botana.

Jaramillo y Lobo (1984) citados por Caballero (1997, 40) afirman que el cultivo del ajo exige suelos de un buen drenaje, textura liviana, con un contenido no muy alto de materia orgánica, a un pH de 6,5.

Dado que el sistema radicular del ajo es muy limitado tanto en profundidad como lateralmente obliga a efectuar una buena preparación del suelo y facilitarle de esta manera un suelo suelto, poroso que permita una buena infiltración de agua y nutrientes; pues en un espacio de 15 a 20 cm, se desplazan las raíces y se forma el bulbo (Guzmán, 1988, 59).

El mismo autor afirma que suelos arcillosos cuando no son bien laborados se dificulta la penetración de las raíces y la retención de agua afecta el crecimiento del bulbo. En cuanto al cultivo de ajo no debe emplearse este tipo de suelos, a menos que se les incorpore arena para mejorar su textura.

Analizando la panorámica que los autores muestran del recurso suelo, permite darse una idea de que las condiciones edáficas en donde se desarrolló el experimento no fueron las más adecuadas, es así como observando los resultados en el T3 LC//ajo del recurso suelo en sus propiedades físicas se puede ver como ese incremento de la densidad aparente, así mismo la disminución de la porosidad total y conductividad hidráulica en el tiempo, en los sectores de mayor y menor influencia del laurel no ofrecen las mejores condiciones para que las raíces

del cultivo puedan profundizar el perfil del suelo y así poder absorber la cantidad necesaria de agua y nutrientes.

Como se puede observar, el comportamiento de la altura y la profundidad efectiva en áreas de mayor y menor influencia del árbol presentó unos resultados en los cuales las plantas lejos del árbol mostraban mejores características. Al respecto, Sañudo¹³, afirma que la altura del ajo no es estadísticamente afectada por la influencia del árbol, apreciándose, sin embargo, que lejos del árbol los promedios son mayores, en evaluaciones hechas a los 30, 60, 90 y 150 días (anexo 8). Esto posiblemente puede ser influido por la mayor profundidad efectiva que se observó a los 30 y 150 días de la siembra con diferencias significativas, (anexo 9), lo cual permite determinar que posiblemente haya menor competencia por nutrientes lejos del árbol, gracias a que no hay interferencia de raicillas del laurel.

2.2.1.3 Materia seca y rendimiento. En el anexo 8, se presentan los valores de t para promedios de porcentaje de materia seca del sistema subterráneo para ajo, en áreas de mayor y menor influencia del componente arbóreo, encontrándose valores promedio de 29.30% y 37.50% para plantas muestreadas cerca y lejos del laurel.

días

Al realizar la prueba de t, no se encontraron diferencias estadísticas significativas a un nivel del 5% de probabilidad. Igualmente, tampoco existieron diferencias significativas en los rendimientos de ajo (anexos 9 y 10), lo cual está indicando,

¹³ Ibid 7 p. 27.

como lo dice Sañudo ¹⁴, que a pesar de haber diferencias en profundidad efectiva, los factores químicos del suelo, al final tienen la misma influencia, tanto cerca como lejos del árbol.

2.2.2 Cultivo papa

3.3.2.1 Altura de plantas. En anexo 11 se presentan los valores de t para promedios de altura a los 45, 63, 88, 109 y 130 días después de la siembra en áreas de mayor y menor influencia del componente arbóreo.

A los 45 días después de la siembra se aprecia un promedio de 8,95 cm de altura para plantas muestreadas lejos del árbol y 6,015 cm para plantas ubicadas cerca del componente arbóreo.

Al evaluar el comportamiento de la altura en áreas de mayor y menor influencia del árbol mediante la prueba de t a los 45 días se encontró que la mayor altura la presentaron las plantas muestreadas lejos del árbol, evidenciándose diferencias estadísticas significativas respecto a las plantas señaladas cerca del componente arbóreo (figura 19).

¹⁴ Ibid 7 p.27

De igual manera a los 63 días después de la siembra, se muestra un promedio de 44,73 cm de altura para plantas indicadas lejos del árbol y 33,70 cm para plantas seleccionadas cerca del árbol.

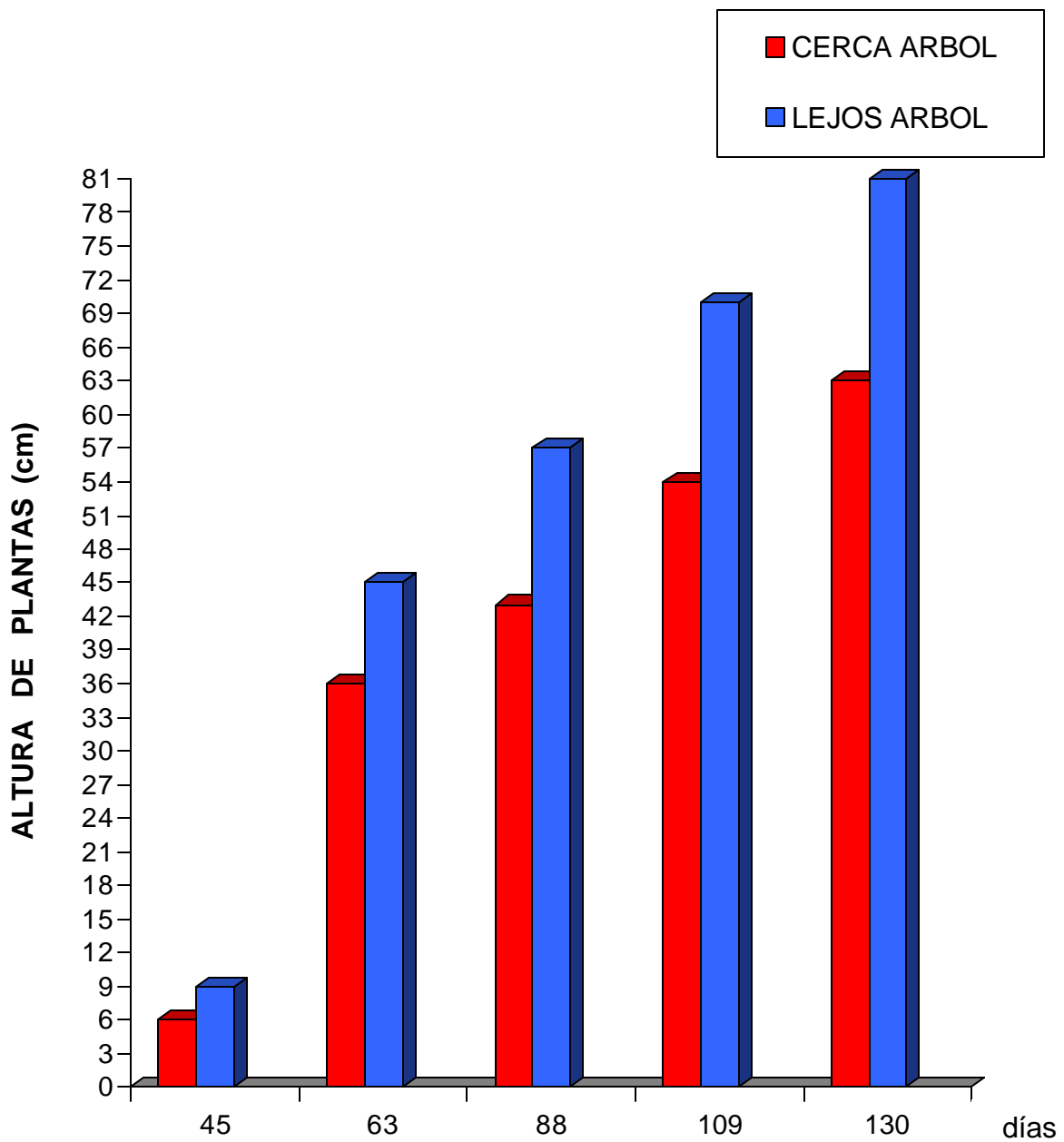


Figura 19. Componente de la altura a los 45, 63, 88, 109 y 130 días en áreas de mayor y menor influencia del componente arbóreo en papa (*Solanum tuberosum*).

Vereda Botana. Municipio de Pasto.

Al realizar la prueba de t a los 63 días, se presentan diferencias estadísticas significativas, mostrando una mayor altura plantas tomadas lejos del árbol con relación a plantas cerca del árbol.

El anterior comportamiento, se puede relacionar a una posible competencia por luz, agua y nutrientes entre los diferentes componentes, Sharma, 1992; Kapp et al 1997, citados por Méndez (2000, 13) afirman que la sombra de los árboles es con seguridad uno de los factores que más afecta el desarrollo del cultivo.

Al respecto, Alvarado (1978,23) afirma que la intensidad de la luz, como la duración de la misma (fotoperíodo) afectan la fisiología de la planta; adicionalmente menciona que solo la luz que es interceptada por las partes verdes de la planta es usada para la asimilación o fotosíntesis.

Sumado a lo anterior Burton citado por Alvarado (1978, 20) afirma que la distribución de la luz en un cultivo de papa puede ser como sigue:

10%	de las hojas intercepta	60%	de la máxima intensidad lumínica
60%	de las hojas intercepta	30%	de la máxima intensidad lumínica
30%	de las hojas intercepta	10%	de la máxima intensidad lumínica

En vista de que una menor proporción de las hojas intercepta la mayor cantidad de intensidad lumínica y al mismo tiempo la presencia del componente arbóreo

que afecta la disponibilidad de luz a los cultivos se puede deducir que este cultivo no puede recibir ningún tipo de competencia lumínica ya que así reduciría su capacidad fotosintética, traduciéndose en la presencia de plantas con características morfoagronómicas diferentes a las que poseen las plantas que se encuentran en condiciones normales de cultivo, o sin ninguna interferencia lumínica.

A los 88, 109 y 130 días después de la siembra se muestra que no existen diferencias estadísticas a un nivel del 5% de probabilidad; sin embargo se aprecia que las plantas con mayor altura están presentes lejos del árbol a diferencia de las plantas señaladas cerca de árbol que presentan menores promedios en altura.

3.3.2.2 Profundidad efectiva. En el anexo 12, se muestran los valores de t para promedios de profundidad efectiva a los 45, 90 y 130 días en áreas de mayor y menor influencia del árbol.

A los 45 días después de la siembra, la profundidad efectiva muestra un promedio de 15.91 cm y 11,62 cm para plantas seleccionadas lejos y cerca del componente arbóreo, respectivamente.

La prueba de t presentó diferencias significativas a un nivel del 5% de probabilidad estadística; encontrándose que las plantas indicadas lejos del árbol presentan mayores promedios en comparación a las plantas cerca del laurel. Así mismo a

los 90 días después de la siembra se presenta un promedio de 22 y 17,41 cm para plantas muestreadas lejos y cerca del componente arbóreo, respectivamente.

Al evaluar el comportamiento de la profundidad efectiva en sectores de mayor y menor influencia del árbol mediante la prueba de t a los 90 días se aprecia que los mayores promedios lo evidencian las plantas muestreadas lejos del árbol encontrándose diferencias estadísticas significativas, con relación a las plantas señaladas cerca del componente forestal.

Una prueba de t no mostró diferencias significativas a un nivel del 5% de probabilidad estadística, a los 130 días después de la siembra.

Profundizando un poco más en lo que respecta a la presencia de mayores promedios de profundidad efectiva en los sectores de menor influencia del componente arbóreo, se puede decir que existen diversas limitantes en el suelo, más específicamente de carácter físico que afectan el normal crecimiento y desarrollo del sistema subterráneo, entre las cuales están: suministro de agua, aireación, resistencia mecánica entre otras (Alvarado, 1978, 27).

De acuerdo a lo anterior se puede decir que los resultados del comportamiento del recurso suelo en sus propiedades físicas evidencian una tendencia hacia la disminución del contenido de humedad gravimétrica, conductividad hidráulica y contenido total de poros, así mismo muestra incrementos en densidad aparente.

Alvarado (1978,27) afirma que una deficiencia en el contenido de humedad restringe el crecimiento de la raíz por consiguiente estimula la suberización de las raíces dando como resultado una disminución en su capacidad de absorción.

Sumado a lo anterior una deficiencia en aireación, es un factor limitante para el crecimiento y actividad de las raíces (Alvarado, 1978, 27).

Se evidencia una acidez más acentuada y una disminución en la materia orgánica y en nitrógeno total, lo cual redundaría como lo dice Alvarado (1978, 27) en la no estimulación del crecimiento radicular.

El panorama físico – químico del recurso suelo, presenta, como se ha dicho anteriormente, un medio restringido para el normal desarrollo del sistema radical, a su vez es necesario tener en cuenta que el cultivo de la papa, posee un sistema radicular muy débil (Alvarado, 1978, 27).

Las plantas muestreadas en el tratamiento dos lejos del componente forestal presentaron los mayores promedios para las variables evaluadas (figura 20); tomando en cuenta lo anterior Sañudo¹⁴, afirma que se determinaron diferencias significativas entre los promedios de altura de la papa a los 45 y 63 días, con menores promedios cerca del árbol, lo cual hace que haya interferencia química temporal del árbol sobre la papa, sin embargo, a los 88, 109 y 130 días ya no se dieron diferencias significativas, porque la planta con su sistema radical formado evita la interferencia y explora mayor área del suelo para su nutrición.

¹⁴ Ibid 7 p. 27

En el anexo 12, puede observarse una relación de la profundidad efectiva a los 45 y 90 días, cuando lejos del árbol hay mayores promedios de profundidad efectiva,

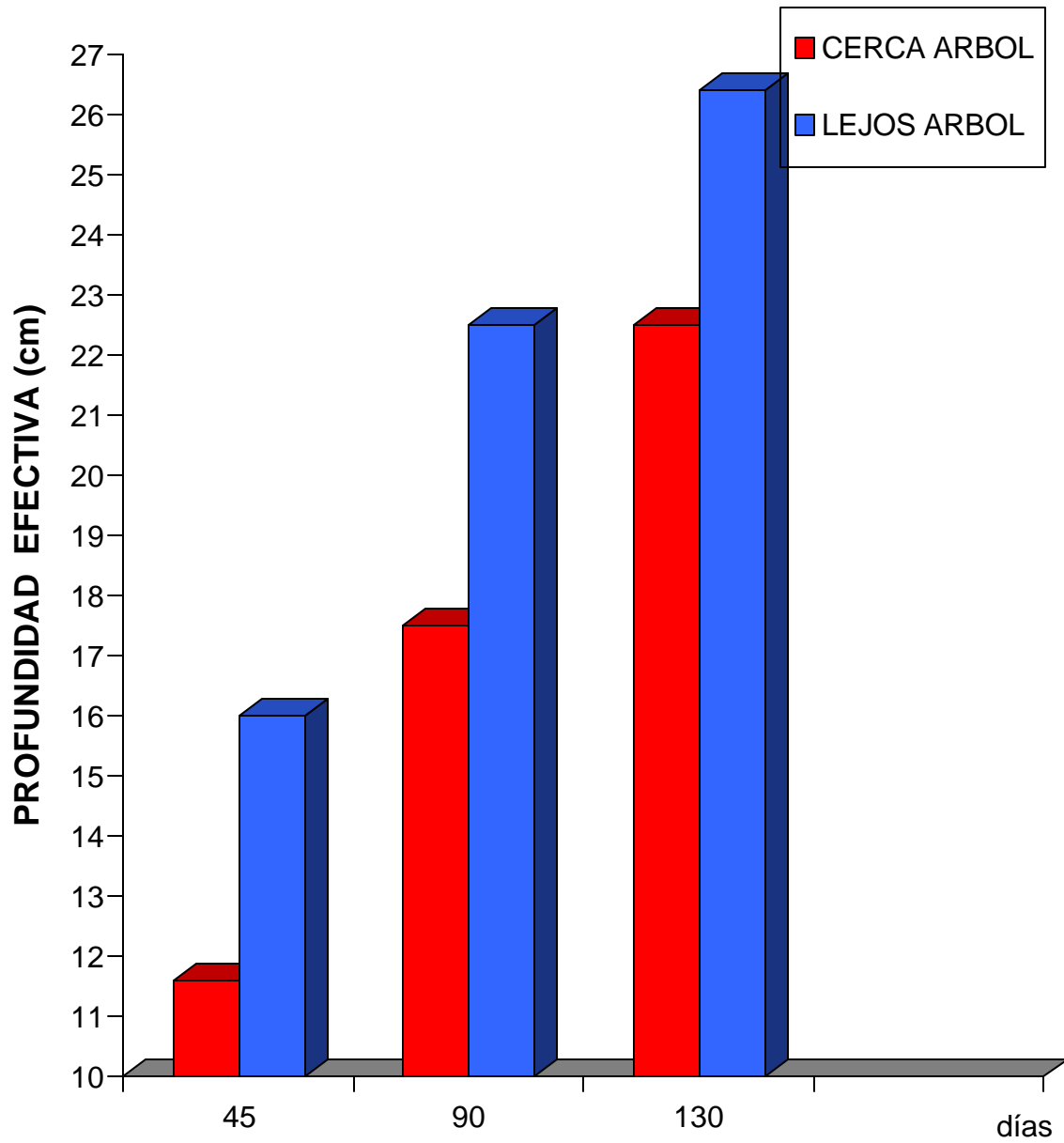


Figura 20. Componente de la profundidad efectiva a los 45, 90, 130 días en áreas de mayor y menor influencia del componente arbóreo en papa *Solanum tuberosum* vereda Botana, Municipio de Pasto

todo esto por fenómenos de interferencia química, pero cuando la planta fisiológicamente ya está capacitada para procesos de exploración, las diferencias se vuelven no significativas como ocurrió a los 130 días de evaluación.

3.3.2.3 Materia seca y rendimientos. En el anexo 8 se presentan los valores de t para promedios de porcentaje de materia seca del sistema subterráneo en papa en áreas de mayor y menor influencia del componente arbóreo.

En el cultivo de papa se aprecia un porcentaje promedio de 18% y 22,10% en sectores lejanos y cercanos del árbol, respectivamente.

Los resultados registrados en áreas de mayor y menor influencia del laurel de cera se sometieron al análisis mediante la prueba de t, encontrándose que el mayor porcentaje se presentó en las plantas muestreadas lejos del árbol, evidenciándose diferencias significativas a un nivel del 5% de probabilidad estadística, respecto a las plantas indicadas cerca del componente forestal.

Al respecto Sañudo ¹⁵, afirma que el anterior comportamiento se puede deber a que lejos del árbol, inicialmente las plantas tuvieron mayor crecimiento aéreo; sin embargo, al final cuando se produce el proceso de estabilización no se dieron diferencias significativas en el peso de los tubérculos y rendimiento (anexo 8 y 9).

¹⁵ Ibid 7 p. 27

3.4 INFLUENCIA DE LOS CULTIVOS SOBRE EL ÁRBOL

3.4.1 Valores totales de crecimiento. En el anexo 13, aparecen los datos promedios de altura, diámetro, cobertura, número de ramas y número de rebrotes de laurel de cera solo y en intercalamiento con ajo y papa a través de seis evaluaciones. No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en todas las evaluaciones (anexos 14, 15, 16, 17 y 18).

3.4.2 Diferencias de crecimiento. En el anexo 19, se dan las diferencias en altura, diámetro, cobertura, número de ramas y número de rebrotes, con respecto a la primera evaluación y a través de cinco evaluaciones, sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, de acuerdo con los anexos 20, 21, 22, 23 y 24.

Sañudo¹⁶, afirma que los datos anteriores están indicando que el estado de los árboles cuando inició el ensayo no influyó en este y que posteriormente, el crecimiento no es afectado por el intercalamiento de cultivos, lo cual permite indicar que la papa y el ajo no tienen interferencia química.

¹⁶ Ibid 7 p. 27

3.4.3 Materia seca. En anexo 25, se presentan los porcentajes promedios de materia seca del laurel y en el anexo 26 no se observaron diferencias significativas entre tratamientos, gracias a que las características de crecimiento no fueron afectadas por uno u otro tratamiento.

3.4.4 Supervivencia. Al realizar las actividades de preparación del terreno, se incurrió en el maltrato del árbol de laurel de cera, ocasionando la muerte de la unidad experimental. A continuación se presentan las especies que se reemplazaron: Del bloque I tratamiento uno se reemplazó el árbol número nueve, del mismo bloque tratamiento 2 se reemplazó el árbol seis, del bloque I tratamiento 3 se reemplazó el árbol número seis; y del bloque dos tratamiento dos se reemplazo el árbol número nueve.

3.5 ANÁLISIS DE PRESUPUESTO PARCIAL

En el T2 LC//papa se obtuvo un rendimiento de 16.917, 96 Kg/ha y 16585.1 kg/ha para el primer y segundo ciclo de cosecha respectivamente.

Al analizar los rendimientos de los tratamientos evaluados en el transcurso de los dos ciclos de cosecha se puede observar que el mayor rendimiento lo evidencia el T2 LC//papa para el primer ciclo de cosecha, esto, debido fundamentalmente a

que las condiciones climáticas que se presentaron en las épocas en donde se realizó la siembra y posterior seguimiento del período vegetativo del cultivo, mostraron variaciones en precipitación (Estación meteorológica Botana 2000, 2001) Anexo 27, es así como en los primeros meses del primer ciclo de cosecha mayo- noviembre del 2000, se dieron las condiciones adecuadas de clima para el normal desarrollo de los cultivos y así obtener mayores producciones; mientras que en los meses del segundo ciclo marzo – noviembre se presentaron fenómenos climáticos adversos que no permitieron un normal desarrollo del cultivo traduciéndose en una baja producción.

El T3 LC//ajo, presento un rendimiento de 1915, 36 Kg/ha y 1784,63 kg/ha para el primer y segundo ciclo de cosecha, respectivamente. Las producciones presentadas con respecto a las indicadas por Tovar (1983, 33) 10860 kg/ha son menores, debido fundamentalmente a lo expuesto por Guzman (1988, 59) en donde afirma, que el cultivo de ajo no tolera suelos de textura arcillosa, ya que dificulta la penetración de las raíces y la retención de humedad afectando el crecimiento del bulbo; consecencialmente se puede mencionar que por el hecho de esto suelos no permiten una buena infiltración ocasionó la proliferación del hongo *Sclerotium cepivorum* infectando al cultivar y de esta manera reducir el rendimiento del cultivo, otro factor determinante para no lograr una mayor producción fue el clima que sufrió variaciones, más específicamente de precipitación, presentándose mayores promedios para el segundo ciclo, dando como resultado plantas con características morfoagronómicas no deseables

CONCLUSIONES

- Dado el establecimiento reciente del arreglo, los promedios generales de las cinco propiedades físicas (contenido de humedad gravimétrica, densidad aparente, densidad real, contenido total de poros y conductividad hidráulica) en áreas de mayor y menor influencia del árbol (distancias), entre tratamientos y la interacción distancias por tratamientos, no se aprecian diferencias estadísticas significativas.
- Se obtuvo un incremento un incremento de 1% y 0,04% de materia orgánica y nitrógeno, respectivamente. No obstante, el T2 y T3 muestran una disminución en el contenido de materia orgánica que se cuantifica en 1,5% y 1,8%, respectivamente, igualmente se presenta un descenso de 0,06% y 0,07% de nitrógeno total, respectivamente.
- No existieron diferencias estadísticas significativas para las variables agronómicas, altura, porcentaje de materia seca del sistema subterráneo y rendimiento en el cultivo de ajo, no obstante se aprecian mayores promedios en evaluación hechas en áreas que corresponden a distancias mayores del árbol.

- Al evaluar el comportamiento de papa en altura y profundidad efectiva a los 45 – 63 días y 45 – 90 días, respectivamente, mediante la prueba de t se encontró que la mayor altura y profundidad efectiva la presentaron las plantas muestreadas lejos el laurel, evidenciándose diferencias estadísticas significativas respecto a las plantas señaladas cerca del componente arbóreo.

- Para las variables de altura, diámetro, cobertura, número de ramas y número de rebrotes en el componente arbóreo, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos.

- En el T2 LC//papa se obtuvo un rendimiento de 16.917,96 Kg/ha y 16.585, 10 Kg/ha para el primer y segundo ciclo de cosecha, respectivamente. El T3 LC//ajo, presentó un rendimiento de 1915,36 kg/ha para el primer ciclo de cosecha y 1784,63 kg/ha para el segundo ciclo de cosecha.

RECOMENDACIONES

- Se debe continuar con este estudio por cinco años para observar la influencia del árbol y la estabilidad del sistema.
- Realizar a las muestras de materia seca del sistema subterráneo y a la fitomasa cosechada del árbol un análisis bromatológico para ver que cantidad de nutrientes están presentes y así determinar la influencia de estos en el suelo.
- Evaluar la pérdida de suelo en el arreglo agroforestal en líneas mediante la construcción de canales recolectores de suelo.
- Se recomienda buscar una metodología que permita determinar la longitud de las raíces del componente forestal tanto en su profundidad como en su crecimiento lateral para determinar su radio de influencia en el recurso suelo y en el componente agrícola.
- Evaluar la dinámica de nutrientes en el arreglo a diferentes distancias del

componente forestal.

BIBLIOGRAFIA

ACOSTA, Carlos y ADARME, Helder. Efecto de dos sistemas de labranza y la incorporación de Lupino *Lupinus tuberosum* sobre la asimilación de fósforo en papa *Solanum tuberosum* en el Municipio de Cuaspud Nariño. Pasto, Colombia, 1998, p 67. Trabajo de Grado. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa Ingeniería Agronómica.

ALVARADO, Luis Felipe. Algunos aspectos fisiológicos sobre crecimiento y desarrollo de la planta. En compendio No. 24, del ICA, el cultivo de la papa. Septiembre, 1978, Pp. 15 – 29.

ARIAS HERNÁNDEZ, Antonio. Algunas propiedades físicas en dos suelos derivados de cenizas volcánicas por varios métodos y combinaciones de los mismos en el Municipio de Pasto – Nariño, Colombia, 1970, 54. p. Trabajo de promoción. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa Ingeniería Agronómica.

CABALLERO RUEDA, Luis Martín. Respuesta de *Allium sativum* L. var sachica o diferentes condiciones de nutrición. En: Revista científica de UNINCCA. Volumen 3 No. 2 (diciembre 1997). p. 38.

CAVAZOS, Teresita. Manual de Prácticas de física de suelos. México, Trillas, 1993, 99 p.

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (CATIE). Curso internacional de desarrollo de sistemas agroforestales. Turrialba, Costa Rica, s.e, 1993.

CORDOBA, Elizabeth, MUÑOZ, Martín. Jerarquización de microcuencas en el Municipio de San Pablo, Departamento de Nariño. Pasto, Colombia, 2002, p 117. Trabajo de Grado. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa Ingeniería Agronómica.

CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO (CORPONARIÑO). Plan de ordenamiento del Municipio de Pasto. Pasto, Colombia, 1999, Pp. 75, 76.

CHARRY, Jairo. Naturaleza y propiedades físicas de los suelos. Palmira. Palmira Colombia. Universidad Nacional, 1987, 362 p.

ERAZO, Fredy e IBARRA, Juan. Respuesta de dos variedades de papa a la aplicación de diferentes dosis de fertilización y población en el altiplano de Pasto. Pasto, Nariño, 1986, p. 23. Trabajo de Grado. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

ESCOBAR, M. El componente arbóreo en sistemas Agroforestales. En: Seminario taller sobre pautas metodológicas para la evaluación de sistemas agroforestales. Medellín, Universidad Nacional de Colombia, 1992, 10 p.

ESPAÑA PANTOJA, Lucio y DELGADO ORTIZ, Luis. Evaluación de pérdidas de suelo bajo cuatro coberturas vegetales, maíz *zea mays*, haba *vicia faba* cebada *Hordeum vulgare* y pasto raigras *Lolium perenne*. Pasto, Colombia, 1989, 67 p. Trabajo de grado. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

FITZPATRICK, Ewart Adsil. Introducción a la ciencia de los suelos. México, Trillas, 1986. 228 p.

FORSYTHE, Warrrend. Manual de laboratorio de física de suelos. Turrialba, Costa Rica, 1972, 217 p.

GUZMÁN PEREZ, José Eduardo. Cultivo del ajo y la cebolla. Venezuela, Espasante, 1988. 157 p.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES.(IDEAM). Reporte técnico estación meteorológica Botana. Pasto, Nariño, 2000.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Reporte técnico estación meteorológica Botana, Pasto, Nariño, 2007.

LEGARDA BURBANO, Lucio. Variabilidad de algunas propiedades físicas en suelos de Nariño y Putumayo. Pasto. Pasto, Colombia, 1980, 78 p. Trabajo de promoción. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

LOPEZ, Luis y RODRÍGUEZ, Girardoth. Efecto de cuatro sistemas de labranza sobre el cultivo del ajo *Allium sativum* en el altiplano de Pasto. Pasto, Colombia, 1992, 64 p. Trabajo de grado. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

MÉNDEZ, Ernesto. Plantación de árboles en línea 2 ed. Turrialba, Costa Rica, proyecto agroforestal CATIE /GTZ, 2000, 130 p.

MOLINA, Angela y NARVÁEZ, William. Sistema agroforestal laurel de cera *Myrica pubescens* intercalado con cultivos transitorios en el municipio de Pasto. Pasto, Colombia, 2000, 68. p. Trabajo de grado. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

MONTAGNINI, Florencia et al. Sistemas agroforestales, principios y aplicaciones en los trópicos. 2 ed. San José de Costa Rica. Organización para estudios tropicales, 1992. Pp. 17 –93.

MUÑOZ HOYOS, Jairo. et al. Análisis de la producción de laurel de cera *Myrica pubescens* y de la comercialización de la cera en algunos municipios del departamento de Nariño. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, 1993, 110 p

MUÑOZ HOYOS, Jairo. Estudio agroeconómico de laurel de cera en la zona norte del departamento de Nariño. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, 1994, 95 p.

MUÑOZ HOYOS, Jairo y LUNA CABRERA, Cristina. Guía para el cultivo aprovechamiento y conservación de cera *Myrica pubescens*. Bogotá. Convenio Andrés Bello, 1999. 36 p.

NAIR, Ramachandram. Introducción a la agroforestería. México, Centro de agroforestería para el desarrollo sostenible. Universidad Autónoma de Chapingo, 1997, 543 p.

NAVIA ESTRADA, Jorge Fernando. Cultivo en callejones. Una opción tecnológica para el manejo de suelos. En: seminario Internacional de agroforestería. San Juan de Pasto. Colombia, Universidad de Nariño, 1998. Pp. 105 – 125.

ORDÓÑEZ, Carmen y TREJOS, Elizabeth. Efecto de cinco herbicidas en el control de malezas en ajo en la granja de Obonuco. Pasto, Colombia, 1988, 106 p. Trabajo de grado. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

PRITCHET, William. Suelos forestales. 2 ed. México, Limusa, 1991, 633 p.

RANGEL, Sonia y RIVERA, Carlos. Evaluación de algunas propiedades físicas indicadores del grado de deterioro de los suelos productivos del municipio Imues. Pasto, Colombia, 1974, 128 p. Trabajo de grado. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

SANCHEZ, Ana. et al. Sistemas agroforestales para la zona andina. Bogotá, s.e, 1995, 238 p.

TOBAR, José. Efecto de la fertilización en ajo en el suelo del altiplano de Pasto. Pasto, Colombia, 1983, 41 p. Trabajo de grado. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícola.

WALTEROS, Mario. Efecto del tamaño de la semilla y de la distancia de siembra en la producción de papa *Solanum tuberosum* variedad ICA Nariño. Pasto Colombia. 1985, 84 p. Trabajo de grado. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas

ANEXOS

**Anexo 1. Resumen de promedios de cada una de las propiedades físicas en marzo (A)
y noviembre (B) de 2001**

PROPIEDADES	PERIODOS	T1	T2	T3
HUMEDAD GRAVIM	A	25,77	26,81	29,73
	B	31,22	26,24	29,12
DENSID. APARENTE	A	1,31	1,22	1,20
	B	1,28	1,24	1,21
DENSIDAD REAL	A	2,3	2,39	2,34
	B	2,27	2,41	2,35
POROSIDAD TOTAL	A	42,82	48,8	48,53
	B	43,1	48,5	48,40
CONDUCT. HIDRAU	A	0,1346	0,2135	0,80
	B	0,2910	0,1766	0,7003

Fuente: Presente estudio

**Anexo 2. Análisis de varianza para cada una de las propiedades físicas en marzo/01 (A)
y noviembre /01 (B)**

CUADRADO MEDIO													
		Cont. humed %		Den. Aparente gr/cc		Dens. Real gr/cc		Poros. Total %		Cond. Hidráu. cm/h		Ft	
F.V.	G.L.	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Bloques	2	3,26 ns	29,3 ns	0,000217 ns	0,00139 ns	0,001625 ns	0,003 ns	0,5235 ns	0,5822 ns	0,3242 ns	0,26262 ns	6,94	18
Tratam	2	12,65 ns	18,52 ns	0,01012 ns	0,00353 ns	0,00657 ns	0,01537 ns	34,15 ns	29 ns	0,3933 ns	0,2275 ns		
Error	4	5,52	10,2	0,005222	0,003830	0,0040	0,00224	12,27	5,6581	0,24077	0,1643		
Total	8												

Ns. no significativo

ANEXO 3. Cuadro resumen de promedios de cada una de las propiedades físicas de los suelos en los meses de marzo (A) y noviembre (B) en áreas de mayor y menor influencia del árbol Vereda Botana

		T1		T2		T3	
PROPIEDADES	PERIODOS	CERCA ARB.	LEJOS ARBOL	CERCA ARB.	LEJOS ARBOL	CERCA ARB.	LEJOS ARBOL
HUM. GRAVIM	A	26,89	24,65	28,96	24,72	30,4	29,07
	B	31,61	30,82	28,56	24,41	29,7	28,53
D. APARENTE	A	1,31	1,31	1,24	1,19	1,16	1,24
	B	1,27	1,29	1,24	1,24	1,17	1,25
DENS. REAL	A	2,39	2,26	2,37	2,36	2,30	2,37
	B	2,34	2,26	2,39	2,39	2,30	2,38
PORO. TOTAL	A	46,33	45,0	46,63	48,33	48,61	47,02
	B	47,07	44,9	46,10	48,17	48,23	46,24
CONDUT HID	A	0,1265	0,1428	0,3089	0,1184	0,6193	1,033
	B	0,3008	0,2816	0,2370	0,1161	0,554	0,848

Fuente: Presente estudio

**Anexo 4. Análisis de varianza para cada una de las propiedades físicas en marzo/01 (A)
y noviembre /01 (B)**

CUADRADO MEDIO													
		Cont. humed %		Den. Aparente gr/cc		Dens. Real gr/cc		Poros. Total %		Cond. Hidráu. cm/h		Ft	
F.V.	G.L.	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	5%	1%
Bloques	2	6,55ns	57,86 ns	0,0004321ns	0,00296 ns	0,003196 ns	0,00556 ns	0,8444ns	0,08786ns	0,6134 ns	0,5242 ns	(2;2)19	99,0
Distancia	1	30,13 ns	18,63ns	0,0002761 ns	0,000414ns	0,0000301 ns	0,001485ns	1,3166 ns	2,0722ns	0,02873 ns	0,0118ns	(1;2) 18.51	98,49
Error (a)	2	3,61	1,14	0,003130	0,001420	0,009406	0,005928	0,8460	5,553	0,244	0,2432	(2;8)4.46	8,65
Parc. Pri	5	10,1	27,33	0,001480	0,001835	0,005046	0,004893	0,9395	2,671	0,3487	0,30935		
Tratami.	2	25,31 ns	33,69ns	0,02024ns	0,0092 ns	0,013091ns	0,003675ns	8,3201ns	2,0739ns	0,8598ns	0,456ns		
Dis x trata	2	3,20 ns	5,03ns	0,0056ns	0,00611 ns	0,00719ns	0,01177ns	4,7640ns	3,8672ns	0,1416ns	0,0701ns		
Error (b)	8	23,99	11,89	0,0058	0,004523	0,00699	0,00384	32,268	10,076	0,2623	0,2248		
Total	17												

ns. no significativo

**Anexo 5. Resultados de los análisis de suelos al inicio y al final
del ensayo en cada uno de los tratamientos.**

TRATAM.	VARIABLE	INICIO	FINAL	VARIACIÓN	CONCEPTO
	PH	5.8	5.6	0.2	Disminuyó
	M.O	3.4	4.4	1.0	Incrementó
	P	21	22	1	Incrementó
	CIC	18,4	15,4	3	Disminuyó
T1	Ca	6,2	6,4	0,2	Incrementó
	Mg	3,2	3,4	0,2	Incrementó
	K	0,39	0,40	0,01	Incrementó
	N	0,16	0,20	0,04	Incrementó
	PH	5,8	5,1	0,7	Disminuyó
	M.O	5,5	4,0	1,5	Disminuyó
	P	15	60	45	Incrementó
	CIC	18,8	17	1,8	Disminuyó
T2	Ca	6,9	6,4	0,5	Disminuyó
	Mg	3,1	3,6	0,5	Incrementó
	K	0,41	0,46	0,05	Incrementó
	N	0,25	0,19	0,06	Disminuyó
	PH	5,7	5,2	0,5	Disminuyó
	M.O	5,9	4,1	1,8	Disminuyó
	P	13	24	11	Incrementó
	CIC	15	16,4	1,4	Incrementó
T3	Ca	6	6,2	0,2	Incrementó
	Mg	2,6	3,2	0,6	Disminuyó
	K	0,30	0,23	0,07	Disminuyó
	N	0,26	0,19	0,07	Disminuyó

Fuente. Laboratorio de suelos. Universidad de Nariño

Anexo 6. Valores de t para promedios de altura a los 30, 60, 90 y 150 días en áreas de mayor y menor influencia del laurel de cera en ajo *Allium sativum*

DÍAS DE EVALU.	CERCA ARBOL	LEJOS ARBOL	T. CALCULADA	T. TABULADA	COEF. VARIAC(%)
30	14.85 A	19.1 A	1,01627	2,776	23,11
60	19,85 A	24.8 A	1,1765	2,776	18.66
90	26.1 A	29.8 A	0,7893	2,776	14
150	40.21 A	46.2 A	0,3155	2,776	17,34

Letras iguales indica no significancia estadística

Anexo 7. Valores de t para promedios de profundidad efectiva a los 35, 90 y 150 días en áreas de mayor y menor influencia de laurel de cera en ajo *Allium sativum*

DÍAS DE EVALU.	CERCA ARBOL	LEJOS ARBOL	T. CALCULADA	T. TABULADA	COEF. VARIAC(%)
35	2.6042 A	3.27 B	9.1	2,776	18,86
90	4,38 A	5,15 A	1,77	2,776	15,16
150	5,56 A	6,24 B	5,2637	2,776	11,4

Letras iguales indica no significancia estadística

Anexo 8. Valores de t para porcentajes de materia seca del sistema subterráneo en áreas de mayor y menor influencia del laurel de cera en ajo *Allium sativum* y papa *Solanum tuberosum*

CULTIVOS	CERCA ARBOL	LEJOS ARBOL	T. CALCULADA	T. TABULADA 5%	COEF. VARIAC(%)
PAPA	18 A	22,10 B	8,0807	2,776	12,73
AJO	29,3 A	37,5 A	0,8213	2,776	19,89

Letras iguales indica no significancia estadística

**Anexo 9. Valores de t para promedios de peso de tubérculos y bulbos de los cultivos
en áreas de mayor y menor influencia del laurel de cera.**

CULTIVOS	CERCA ARBOL	LEJOS ARBOL	T. CALCULADA	T. TABULADA 5%
PAPA	68,4873 A	824,90216 A	0,122	2,776
AJO	16,6311 A	18,5619 A	0,862	2,776

Letras iguales indica no significancia estadística

Anexo 10. Valores de t para rendimientos de los cultivos papa y ajo en áreas de mayor y menor del laurel de cera (Kg/ha)

CULTIVOS	CERCA ARBOL	LEJOS ARBOL	T. CALCULADA	T. TABULADA 5%
PAPA	14322,6527 A	17185,46181 A	0,0059006	2,776
AJO	5939,7024 A	6629,2737 A	0,008967	2,776

Letras iguales indica no significancia estadística

Anexo 11. Valores de t para promedios de altura a los 45, 63,88, 109 y 130 días en áreas de mayor y menor influencia del laurel de cera en papa *Solanum tuberosum*

DÍAS DE EVALUA.	LEJOS ARBOL	CERCA ARBOL	T. CALCULADA	T. TABULADA 5%	COEF. VARIAC(%)
45	8,95036 A	6,01533 B	15,01616	2,776	23,35
63	44,7383 A	33,7046 B	3,926	2,776	16,77
88	56,4979 A	43,9796 A	1,7741	2,776	16,06
109	69,9965 A	53,1109 A	1,68	2,776	17,00
130	79,3785 A	63,5153 A	1,72	2,776	13,82

Letras iguales indica no significancia estadística

Anexo 12. Valores de t para promedios de profundidad efectiva a los 45,90 y 130 días en áreas de mayor y menor influencia de laurel de cera en papa *Solanum tuberosum*

DÍAS DE EVALUA.	LEJOS ARBOL	CERCA ARBOL	T. CALCULADA	T. TABULADA 5%	COEF. VARIAC(%)
45	15,9189 A	11,6283 B	6,1853	2,776	19,4645
90	22,0093 A	17,4121 B	16,9567	2,776	13,4142
130	26,364	22,6389 A	2,4893	4,303	10,6837

Letras iguales indica no significancia estadística.

Anexo 13. Datos promedio de altura, diámetro, cobertura, número de ramas y número de rebrotes en cada tratamiento.

Meses	ALTURA cm			DIÁMETRO mm			COBERTURA cm2			NUMERO DE RAMAS			NUMERO DE REBROTOS		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Jun/00	63,81	79,68	58,82	1,93	2,04	1,59	15909,98	17342,22	9271,69	37,18	27,37	27,55	194,99	149,89	124,89
Sept /00	69,83	83,74	62,77	2,20	2,47	2,27	19770,42	20957,56	12832,74	64,72	56,33	53,07	385,44	353,07	317,85
Dic /00	72,56	87,75	67,37	2,47	2,82	2,65	22103,22	25697,26	16177,2	84,88	72,81	71,63	578,51	564,37	521,88
Marzo/01	75,87	92,08	72,10	2,72	2,92	2,97	29690,28	32815,71	23700,81	127,15	114,11	121,96	945,03	1119,70	801,74
Junio /01	79,77	97,89	77,35	3,09	3,35	3,25	36610,07	42921,98	31143,26	241,89	242,56	227,03	2420,29	3120,92	3069,6
Sept / 1	84,08	101,98	82,10	3,30	3,48	3,29	43279,21	46836,97	37626,85	256,29	267,55	249,99	3254,74	3944,88	3648,9

Fuente: Presente estudio

**Anexo 14. Análisis de varianza para valores totales de crecimiento de la variable altura
durante las seis evaluaciones trimestrales**

CUADRADO MEDIO (ALTURA)								T.F.	
FV	GL	Jun-00	Sep/00	Dic-00	Mar-01	Jun-01	Sep-01	5%	1%
Bloques	2	176,07 ns	249,1 ns	252,77 ns	289,78 ns	365,11 ns	418,50 ns	(2;4) 6,91	18
Tratamiento	2	356,19 ns	341,3 ns	336,35 ns	338,1 ns	378,065 ns	359,77 ns		
Error	4	90,8	96,7	99,9	101,17	83,6	96,30		
Total	8								

ns. no significativo

**Anexo 15. Análisis de varianza para valores totales de crecimiento de la variable
diámetro durante seis evaluaciones trimestral.**

CUADRADO MEDIO								Ft	
FV	GL	Jun-00	Sep/00	Dic-00	Mar-01	Jun-01	Sep-01	5%	1%
Bloques	2	0,065033ns	0,2293 ns	0,213011ns	0,2711ns	0,08150 ns	0,12973ns	(2;4) 6,94	18,00
Tratamiento	2	0,168533ns	0,056233ns	0,1591 ns	0,140011ns	0,2480ns	0,0343ns		
Error	4	0,036066	0,0156633	0,08645	0,04981	0,03960	0,01940		
Total	8								

ns. no significativo

Anexo 16. Análisis de varianza para valores totales de crecimiento de la variable cobertura durante las seis evaluaciones trimestrales.

CUADRADO MEDIO (COBERTURA)								T. F.	
FV	GL	Jun-00	Sep/00	Dic-00	Mar-01	Jun-01	Sep-01	5%	1%
Bloques	2	46528591,71 ns	86188818,9ns	71397117,49ns	355481505ns	108786147,9ns	995293935,5ns	(2;4) 6,94	18
Tratamiento	2	55625815,56 ns	111024479ns	116283275,3ns	347067245,2ns	217511899,1ns	244864439,3ns		
Error	4	29484558,37	50342288,05	41767781,85	140245246,2	356823982	4506610351		
Total	8								

ns. no significativo

Anexo 17. Análisis de varianza para valores totales de crecimiento de la variable número de rebrotes durante las seis evaluaciones trimestrales

CUADRADO MEDIO (NUMERO DE REBROTOS)								T. F.	
FV	GL	Jun-00	Sep/00	Dic-00	Mar-01	Jun-01	Sep-01	5%	1%
Bloques	2	970,95 ns	104776,9 ns	250556,30 ns	523832,021 ns	9779232,26 ns	11868627.54ns	(2;4) 6.81	18
Tratamiento	2	3787,6 ns	26305,6 ns	27905,20 ns	187547,3 ns	4525294,76 ns	4147028.486ns		
Error	4	4005,4136	22111,907	87129,5	138969,1	5229941,211	4044967.065		
Total	8								

ns. no significativo

Anexo 18. Análisis de varianza para valores totales de crecimiento de la variable número de ramas durante las seis evaluaciones trimestrales.

CUADRADO MEDIO (número de ramas)								T. F.	
FV	GL	Jun-00	Sep/00	Dic-00	Mar-01	Jun-01	Sep-01	5%	1%
Bloques	2	239,41 ns	942,50 ns	1317,36 ns	2274,43 ns	11379,99 ns	8989.69 ns	(2;4) 6.91	18
Tratamiento	2	94,5 ns	589,97 ns	801,5 ns	1916,61 ns	14955,537 ns	13270.03 ns		
Error	4	103,8	640,98	1435,6	2381,99	12862,906	13853.63		
Total	8								

ns. no significativo

**Anexo 19. Promedios de diferencia de crecimiento entre meses de evaluación en
el componente arbóreo**

Periodos	ALTURA cm			DIÁMETRO mm			COBERTURA cm2			No. RAMAS			No. DE REBROTOS		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1ª Eval.	6,02	4,05	3,95	0,273	0,43	0,58	3860,44	3615,35	3561,10	27,54	28,96	25,52	190,41	203,18	192,97
2ª Eval.	8,76	8,06	8,60	0,54	0,76	0,90	6192,94	8355,04	6905,52	47,70	45,44	44,08	383,52	414,48	397
3ª Eval.	12,10	12,4	13,3	0,78	0,88	1,16	13780,3	15473,5	14429,12	89,97	86,74	94,41	750,04	869,81	676,85
4ª Eval.	15,96	18,20	18,53	1,16	1,32	1,49	20699,72	25579,77	25458,2	204,71	215,19	199,5	2225,3	2971,03	2944,70
5ª Eval.	20,30	22,50	23,31	1,37	1,44	1,70	27369,23	29494,75	28355,16	219,11	240,16	222,44	3059,74	3795	3524,04

Fuente: Presente estudio

**Anexo 20. Análisis de varianza para las diferencias de crecimiento en altura con respecto
a la primera evaluación a través de cinco evaluaciones**

CUADRADO MEDIO – VARIABLE ALTURA							Ft	
FUENTE DE VARIACION	GL	1ª Evaluación	2ª evaluación	3ª evaluación	4ª evaluación	5ª evaluación	5%	1%
Bloques	2	26,5768 ns	26,8614 ns	28,2112 ns	42,4765 ns	76,9388 ns	6,94	18
Tratamiento	2	4,0941 ns	0,3894 ns	1,1928 ns	5,8464 ns	7,3815 ns		
Error	4	9,6645 ns	9,9601 ns	11,3286 ns	31,0311 ns	24,041 ns		
Total	8							

ns. no significativo

**Anexo 21. Análisis de varianza para las diferencias de crecimiento en diámetro con respecto
a la primera Evaluación a través de cinco evaluaciones**

CUADRADO MEDIO							Ft	
FUENTE DE VARIACION	GL	1ª Evaluación	2ª evaluación	3ª evaluación	4ª evaluación	5ª evaluación	5%	1%
Bloques	2	0,15501 *	0,07303 ns	0,1290 ns	0,007077 ns	0,008711 ns	6,94	18
Tratamiento	2	0,07207 ns	0,10103 ns	0,1154 ns	0,08181 ns	0,09204 ns		
Error	4	0,01757	0,06006	0,04561	0,2098	0,01942		
Total	8							

* Indica significancia estadística
ns. no significativo

Anexo 22. Análisis de varianza para las diferencias de crecimiento en cobertura con respecto a la primera evaluación a través de cinco evaluaciones.

CUADRADO MEDIO							Ft	
FUENTE DE VARIACION	GL	1ª Evaluación	2ª evaluación	3ª evaluación	4ª evaluación	5ª evaluación	5%	1%
Bloques	2	1752029,922 ns	1907002,882 ns	27704537,33 ns	12602393,9 ns	6037574,3 ns	6,94	18.00
Tratamiento	2	76324,245 ns	3641782,35 ns	2189333,68 ns	23236833,5 ns	3394300,415 ns		
Error	4	3852044,642	2663156,109	39137851,75	38856249,55	1689501487		
Total	8							

* Indica significancia estadística
 ns. no significativo

Anexo 23. Análisis de varianza para las diferencias de crecimiento en número de ramas con respecto a la primera evaluación a través de cinco evaluaciones

CUADRADO MEDIO							Ft	
FUENTE DE VARIACION	GL	1ª Evaluación	2ª evaluación	3ª evaluación	4ª evaluación	5ª evaluación	5%	1%
Bloques	2	183,0257 ns	287,0598 ns	2170,9632 ns	152,4913 ns	214,4913 ns	6,94	18.00
Tratamiento	2	8,9652 ns	10,0474 ns	44,4513 ns	191,8541 ns	384,1908 ns		
Error	4	148,4888	286,4370	1410,7054	26324,4938	21476,1		
Total	8							

ns. no significativo

Anexo 24. Análisis de varianza para las diferencias de crecimiento en número de rebrotes con respecto a la primera evaluación a través de cinco evaluaciones.

CUADRADO MEDIO							Ft	
FUENTE DE VARIACION	GL	1ª Evaluación	2ª evaluación	3ª evaluación	4ª evaluación	5ª evaluación	5%	1%
Bloques	2	63500,725 ns	88506,050 *	428294,728 ns	3659987,492 ns	3919581,587 ns	6,94	18.00
Tratamiento	2	137,011 ns	722,8912 ns	28467,75 ns	537206,6109 ns	414796,531 ns		
Error	4	11206,708	31706,211	128816,544	823774,683	829261,531		
Total	8							

* Indica significancia estadística
 ns. no significativo

Anexo 25. Promedios de porcentaje de materia seca del componente arbóreo. Vereda Botana, 2001

Meses	Abril	Mayo/01	Junio/01	Julio/01	Agosto/01	Septiembre/01
Tratamiento						
T1	36,28	35,95	30,51	34,1	34,04	36,3
T2	30,22	30,23	31,4	32,73	32,40	30,03
T3	28,82	34,53	28,54	32,24	33,21	32,80

Fuente: Presente estudio

Anexo 26. Análisis de varianza para porcentaje de materia seca del componente arbóreo. 2001

CUADRADO MEDIO								Ft	
FUENTE DE VARIACION	GL	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO		5%	1%
Bloques	2	21,2941 ns	21,7177 ns	102,5281 ns	53,2126 ns	24,2936 ns	35,2307 ns	6,94	18.00
Tratamiento	2	47,2267 ns	26,6554 ns	6,4299 ns	2,759011 ns	2,0338 ns	11,48008 ns		
Error	4	12,4542	4,8934	23,1575	13,647	10,5962	9,28001		
Total	8								

ns. no significativo

**Anexo 27. Valores mensuales de datos meteorológicos años 2000 – 2001.
estación meteorológica Botana**

Años	Meses	Precipitación	Temp. Minim	Temp. Máxima
2000	MAYO	182,2	9,85	16,76
	JUNIO	90,5	9,55	16,56
	JULIO	46,81	8,62	14,89
	AGOSTO	44,95	9,31	14,67
	SEP.	63	8,25	16,57
	OCT.	48,6	9,25	16,97
	NOV.	69	8,80	16,23
2002	MARZO	50,9	9,23	16,76
	ABRIL	59	9,03	16,72
	MAYO	47,4	9,81	15,46
	JUNIO	71,4	9,20	16,24
	JULIO	52,1	9,18	16,17
	AGOSTO	24,5	9,19	15,50
	SEP.	46,8	8,02	17,11
	OCT.	25,8	9,3	18,7
	NOV.	82,4	8,8	17,4

Fuente: Estación meteorológica Botana