

EVALUACIÓN PRELIMINAR DE UN ARREGLO AGROFORESTAL EN LINEAS DE LAUREL DE CERA *Myrica pubescens* CON PAPA *Solanum tuberosum* Y AJO *Allium sativum* Y SU INFLUENCIA SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO

Ana Ramírez¹
 Jorge Vélez Lozano²
 Benjamín Sañudo Sotelo³
 Jairo Muñoz Hoyos⁴
 Jorge Navia Estrada⁴
 Hugo Ruiz Erasó⁴

RESUMEN

El trabajo se realizó entre mayo del 2000 y noviembre del 2001, en el Centro de Investigaciones Agropecuarias y Biológicas (CIAB) de la Universidad de Nariño, ubicada a 2820 msnm, temperatura promedio de 12°C, precipitación promedio de 1000 mm anual y 900 horas sol / año. Se evaluó un arreglo agroforestal en líneas de laurel de cera monocultivo (T1), laurel intercalado con papa (T2) y laurel de cera intercalado con ajo (T3). Se determinaron algunos parámetros físicos y químicos del suelo; además se conoció el efecto del componente agrícola sobre el desarrollo del laurel y adicionalmente se evaluó la productividad de los cultivos intercalados.

El diseño estadístico fue de bloques completos al azar con tres tratamientos y tres repeticiones, desarrollando Andeva.

En el T1 se encontró incrementos del 1% en materia orgánica, y los promedios generales para las propiedades físicas (humedad gravimétrica, densidad

aparente, densidad real, porosidad total y conductividad hidráulica) a dos distancias del árbol (3m y 6m) y su interacción no presentaron diferencias estadísticas significativas. Situación similar se obtuvo en el sistema con ajo (T3).

En el (T2) LC// papa se encontró diferencias estadísticas significativas para altura de plantas 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, suelo.

ABSTRACT

The project took place between May 2000 and November 2001, in the Farming and Biological Research Centre (CIAB) of the University of Nariño, Situated 2820 metres above sea level, with an average temperature of 12°C, an average annual rainfall of 1000 mm and 900 hours of sunlight a year. An agro-forestry arrangement in lines of monoculture (*Myrica pubescens*) (T1), (*Myrica pubescens*) crossed with potato (*Solanum tuberosum*) (T2) and (*Myrica pubescens*) crossed with garlic (*Allium sativum*) (T3) was tested. Some physical and chemical parameters of the soil were determined as well as finding out the effect of the farming component on the development of the (*Myrica pubescens*) and later the productivity of the crossed crops was tested. The statistical element was a random block design with three treatments and three repetitions, using Andeva.

In T1 increases of 1% in organic material were found, and the general averages for the physical properties (gravimetric moisture, apparent density, real density, total porosity and hydroid conductivity) at two distances from the tree (3m and 6m) and its interaction didn't present any significant statistical differences. A similar situation was apparent in the system with garlic (T3). In T2 significant statistical differences were found with the potato, in so much as the height of the plants and the effective depth of the roots, finding that the plants sampled far from the tree presented larger averages. The productivity (Ton / ha) of the systems, didn't show significant statistical differences.

Key Words: system, parameters, soil.

¹ Ingenieros Agroforestales, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.
² Profesor Asociado. Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto
³ Profesor Titular. Ingeniero Agrónomo. M. Sc. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto
⁴ Profesores Asistentes. Ingenieros Agrónomos. M. Sc. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto

INTRODUCCION

Actualmente, la capacidad productiva de los suelos del trópico de altura se ha visto afectada por el esquema tradicional de monocultivos, el excesivo número de labores para preparar el suelo y el uso de implementos inadecuados, todo esto, ha ocasionado un proceso acelerado de degradación por erosión y/o alteración de las propiedades físicas, químicas y biológicas. De acuerdo a lo anterior 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 (Méndez, 2000).

El mismo autor 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.

Baldwin, 1988, Nair 1993 citados por Méndez (2000) menciona que como es el caso en todos los sistemas agroforestales, el intercalamiento de árboles con cultivos y/o pastos crean un cierto grado de competencia por la luz, agua y nutrientes entre los diferentes componentes. El éxito de los sistemas agroforestales resulta en gran parte del manejo adecuado de esta competencia.

Varios trabajos en India y Pakistán 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 Méndez, 2000,12). 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 y/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).

Por lo tanto en la presente investigación se evaluó la variación de la humedad gravimétrica, densidad aparente, densidad real, porosidad total y conductividad hidráulica a una profundidad, a dos distancias; en el análisis químico se evaluó macro y micro elementos. Además se conoció el efecto del componente agrícola sobre el desarrollo del laurel, determinando altura, profundidad efectiva y porcentaje de materia seca de raíz en el cultivo a dos distancias (3m y 6m) del árbol. Adicionalmente, de las plantas seleccionadas se obtuvo el peso de los tubérculos y bulbos y así transformar a kilogramos por hectárea.

METODOLOGIA

Localización. El presente trabajo se realizó entre mayo del 2000 y noviembre del 2001 en el Centro de Investigaciones Agropecuarias y Biológicas (CIAB) de la Universidad de Nariño, ubicada a 2820 msnm, temperatura promedio de 12 °C anual, precipitación de 1000 mm año y 900 horas sol/año. El suelo es poco profundo, textura arcillosa, con regulares condiciones agronómicas, muy susceptible a la erosión (Estrada, 1976).

Diseño experimental. El diseño establecido corresponde a bloques completos al azar con tres tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos corresponden a: tratamiento uno (T1) laurel de cera monocultivo a una distancia de 6m x 6m; tratamiento dos (T2) laurel de cera intercalado con papa y tratamiento tres (T3) laurel intercalado con ajo. El área total fue 2916 m², se trazaron nueve parcelas de 16m x 16m (256m²), distribuidas en tres bloques.

Siembra de cultivos. En el cultivo de papa para el arreglo LC//papa se utilizó el sistema convencional a 0.4m entre plantas y a 1.20 entre surcos; además se tuvo en cuenta la distancia de un metro entre planta y árbol. Se obtuvieron 490 plantas por parcela.

El cultivo de ajo se sembró en líneas continuas previamente surcando, las surcos tenían 1,20 m de ancho con una zanja de separación de 0.4 m se sembraron a 7 cm uno de otro; se tuvo en cuenta la distancia de 1 m entre planta y árbol. Se obtuvieron 3642 plantas por parcela.

VARIABLES DE EVALUACIÓN

Componente arbóreo: Para las variables evaluadas se tomaron seis lecturas

en los meses de junio, septiembre diciembre del año 2000 y marzo, junio y septiembre del 2001.

Aquí se evaluaron: Altura, diámetro, cobertura, número de ramas, número de rebrotes, cosecha de biomasa y supervivencia.

Componente suelo: Se tomaron muestras al inicio y al final del ensayo en sitios considerados como cerca (3 m) y lejos (6 m) del laurel de cera se evaluó algunos parámetros físicos como: humedad, gravimétrica, densidad aparente, densidad real, porosidad total y conductividad hidráulica. La profundidad de muestreo en el perfil del suelo fue de 30 cm; muestreado con anillos de acero. Las caracterizaciones para los parámetros físicos evaluados se hicieron de acuerdo a las metodologías propuestas por Forsythe (1972).

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 tratamiento, en donde se realizaron análisis de caracterización y elementos menores (Molina y Narváez, 2000)

COMPONENTE AGRÍCOLA: Aquí se evaluó:

Altura. Se tomaron lecturas, en donde se midió desde la base del tallo hasta el meristemo apical. (Walteros, 1985,84 y Erazo e Ibarra, 1986,23).

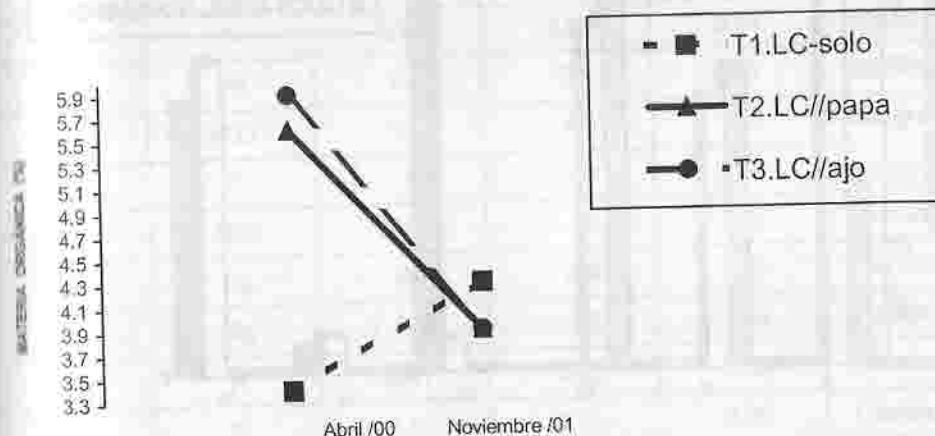
Profundidad efectiva. Se determinó la profundidad efectiva realizando un corte del perfil del suelo teniendo cuidado de no maltratar o arrancar la raíz principal y/o secundarias; con una regla graduada se tomó la longitud de la raíz a partir del cuello hasta la caliptra. Benavides³

Porcentaje de materia seca del sistema subterráneo. Llegado el momento de la cosecha, se extrajo del suelo las plantas muestreadas, 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 rotuladas indicando cada tratamiento, se llevaron a una temperatura de 65 °C durante 72 horas, se sacaron las muestras de la estufa y se pesaron, para obtener el promedio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se muestra en la Tabla 1, el T1 LC// monocultivo presentó incrementos del 1% en materia orgánica. Esto se puede relacionar a que durante el ensayo este tratamiento permaneció con coberturas densas, esta circunstancia influyó para que la cobertura vegetal a través de sus raíces exploren una mayor área 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) Figura 1.

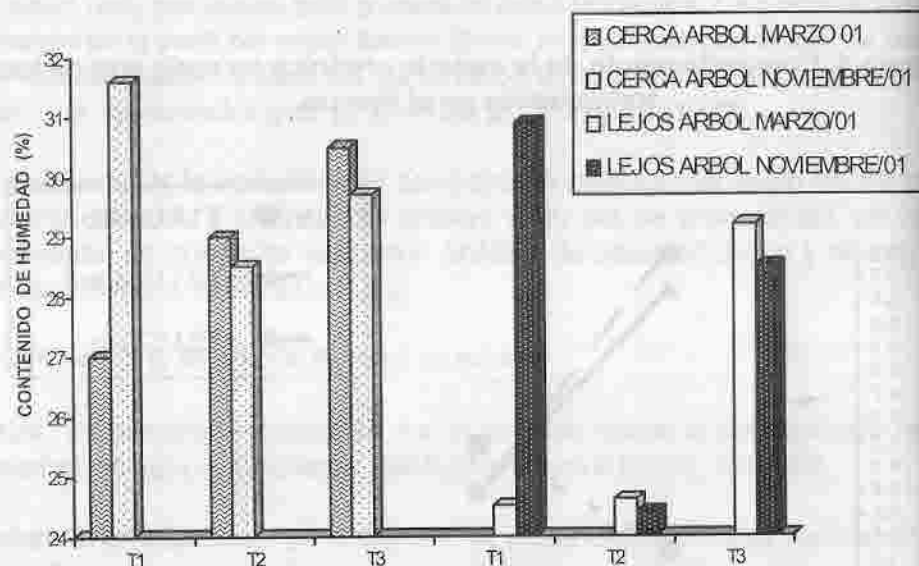
Figura 1. Comportamiento de la materia orgánica en cada uno de los tratamientos en el tiempo.



Los promedios de las cinco propiedades físicas en dos periodos de evaluación y para muestras tomadas cerca (3m) y lejos (6m) del árbol, no evidencian diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, ni entre distancias (cerca y lejos del laurel) ni para la interacción distancias por tratamientos (Tabla 2). Sin embargo, se encontró una tendencia a mejorar las propiedades físicas del suelo en áreas cercanas (3m) al componente arbóreo; así por ejemplo, el T2 LC// papa y el T3 LC//ajo muestran un mayor porcentaje de poros y humedad gravimétrica a tres metros de distancia (cerca) del laurel de cera (Figuras 2,3). Este comportamiento se puede deber al efecto de las raíces del componente arbóreo, ya que según Commenford *et al.*, (1984) citado por

Nair (1997), afirma que la mayoría de las raíces finas alimentadoras de muchos árboles se encuentran en una capa arable de 20 cm de profundidad, este hecho incide para que estas raíces exploren el suelo, las cuales al morir y descomponerse dejan cavidades tubulares que incrementan la infiltración, mejoran la aireación y estructura y suministran materia orgánica (Suárez de Castro 1965, citado por España y Delgado 1989).

Figura 2. Comportamiento del contenido de humedad a 6m y a 3m del árbol



Adicionalmente, como consecuencia de lo anterior, la influencia del laurel de cera no permite preparar el suelo en las áreas de su influencia, Ruiz⁵, pues si se realizan las labores culturales posiblemente se ocasionen heridas al sistema radical del árbol, ocasionándole daños (Sánchez, 1995).

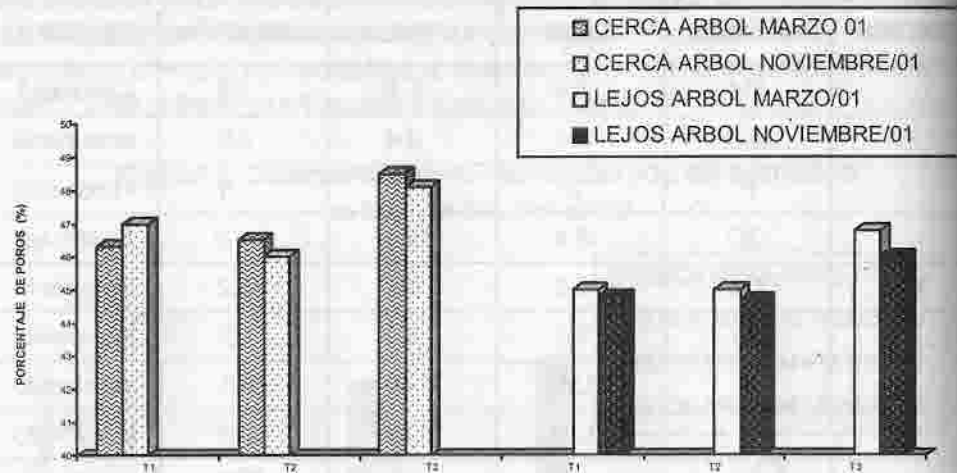
Al evaluar el componente agrícola se observa en el T2 LC// papa diferencias estadísticas significativas para altura y profundidad efectiva (Tablas 3 y 4), encontrándose que las plantas muestreadas lejos del árbol presentan mayores promedios. Este fenómeno se puede deber a una interacción (principalmente competitiva) de la parte subterránea entre los componentes de los factores de crecimiento absorbidos a través de las raíces (Nair, 1997, Figuras 4,5).

Tabla 1. 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
T1	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
	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
T2	P	15	60	45	Incrementó
	CIC	18,8	17	1,8	Disminuyó
	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

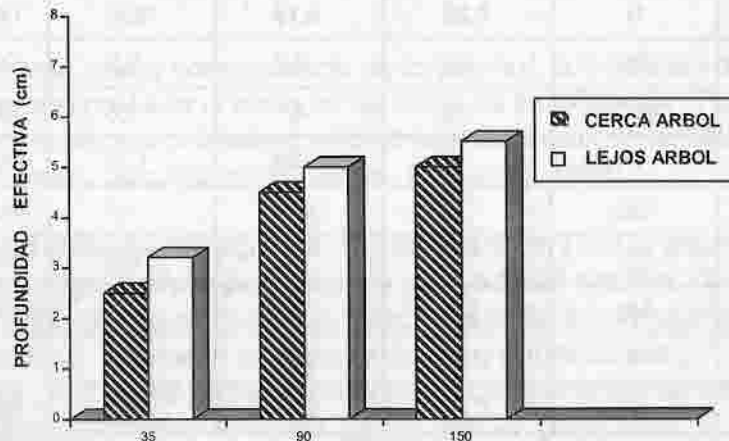
Fuente. Laboratorio de suelos. Universidad de Nariño.

Figura 3. Comportamiento del porcentaje de poros a 6m y a 3m del árbol.



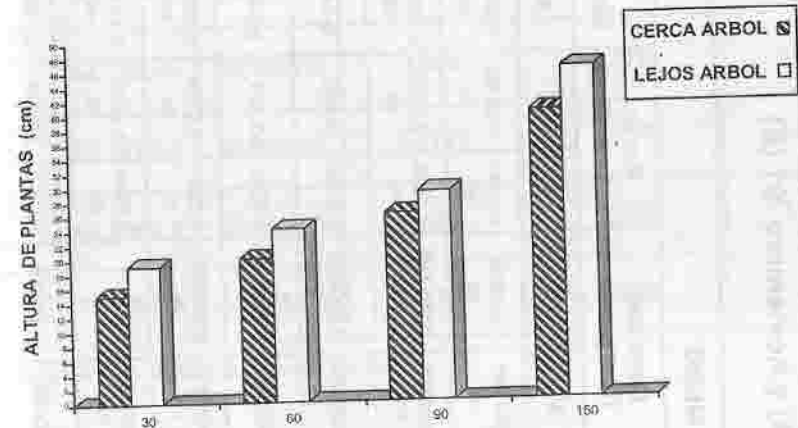
Al analizar los rendimientos de los tratamientos evaluados, se observa como en el T2 LC// papa se obtuvo un rendimiento de 16917,9 kg/ha y 16585,1 kg/ha para el primer y segundo ciclo respectivamente. En el T3 LC//ajo, se muestra un rendimiento de 1915,3 kg/ha para el primer ciclo y 1784,6 kg/ha para el segundo ciclo de cosecha.

Figura 4. Comportamiento de la profundidad efectiva en papa.



Las producciones presentadas con respecto a las indicadas por Tobar (1983) 10.060 kg/ha son menores, esto debido a que los suelos en donde se desarrolló la investigación no presentaban una buena infiltración, originando la proliferación del hongo *Sclerotium cepivorum* infectando al cultivar, y de esta manera reducir el rendimiento del cultivo.

Figura 5. Comportamiento de la altura en papa.



CONCLUSIONES

Dado el establecimiento reciente del arreglo, los promedios generales de las propiedades físicas encontradas en áreas de mayor (6m) y menor influencia (3m) del árbol, entre tratamientos, y la interacción distancias por tratamiento, no se aprecian diferencias estadísticas significativas.

No existieron diferencias estadísticas significativas para altura, porcentaje de materia seca de raíz y rendimiento en ajo, no obstante se aprecian mayores promedios en evaluaciones hechas en áreas lejanas al árbol.

Al evaluar el comportamiento de la 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 del laurel, evidenciándose diferencias estadísticas significativas respecto a las plantas señaladas cerca del laurel.

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

		CUADRADO MEDIO											
F.V.	G.L.	Contenido humedad %		Densidad aparente gr./cc		Densidad Real gr/cc		Poros. Total %		Cond. Hidrául. cm/h		Ft	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	5%	1%
Bloques	2	6,55 ns	57,86 ns	0,0004321 ns	0,00296 ns	0,003196 ns	0,00556 ns	0,8444 ns	0,08786 ns	0,5134 ns	0,5242 ns	(2,2) 19	99,0
Distancia	1	30,13 ns	18,63 ns	0,0002761 ns	0,000414 ns	0,0000301 ns	0,001485 ns	1,3156 ns	2,0722 ns	0,02873 ns	0,0118 ns	(1,2) 18,51	96,49
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
Parcela Principal	5	10,1	27,33	0,001480	0,001835	0,005046	0,004893	0,9395	2,671	0,3487	0,30935		
Trat.	2	25,31 ns	33,69 ns	0,02024 ns	0,0092 ns	0,013091 ns	0,003675 ns	8,3201 ns	2,0739 ns	0,8598 ns	0,456 ns		
Dis x trat.	2	3,20 ns	5,03 ns	0,0056 ns	0,00611 ns	0,00719 ns	0,01177 ns	4,7640 ns	3,8672 ns	0,1416 ns	0,0701 ns		
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

Tabla 3. 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

Tabla 4. 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.

BIBLIOGRAFIA

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, Colombia, 1986, p.23. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

ESPAÑA PANTOJA, Lucio y DELGADO, 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 (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

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

ESTRADA GARZON, Elias. Levantamiento detallado de la granja de Botana. Pasto, Colombia, 1976. p 20. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

MÉNDEZ, Ernesto. Plantación de árboles en línea. 2 ed. Turrialba, Costa Rica, Proyecto Agroforestal CATIE / GTZ. 130 P.

MOLINA, Ángela 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 (Ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño, Facultad de ciencias agrícolas.

NAIR, Ramachandram. Introducción a la agroforestería. México, Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma de Chapingo, 1997. 543p.

SÁNCHEZ, Ana. Sistemas agroforestales para la zona andina. Bogota, s.e, 1995. 238p.

TOBAR, José. Efecto de la fertilización en ajo en el suelo del altiplano de Pasto. Pasto, Colombia, 1983, 41p. Trabajo de grado(Ingeniero Agrónomo).

Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

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