

**EVALUACION DEL ARREGLO AGROFORESTAL *Morella pubescens* H&B ex Willd
Wilbur ASOCIADO CON *Tigridia pavonia* y *Zea mays* EN EL MUNICIPIO DE
SIBUNDOY DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO¹**

Ingrid Lorena Hidalgo M.²

William Orlando Pantoja M.²

Jorge Alberto Vélez L.³

RESUMEN

El trabajo se realizó entre Junio del 2006 y Abril del 2007 en el Municipio de Sibundoy, ubicado a 2200 msnm, temperatura promedio de 16° C, precipitación anual de 750 a 1586 mm y 669.9 horas sol/año (EOT Sibundoy, 2002). En el estudio se establecieron y evaluaron cuatro tratamientos: laurel intercalado con Watsimba (T1); laurel intercalado con maíz (T2), laurel con Watsimba y maíz (T3) y laurel de cera como monocultivo (T4); además se determinaron algunas variables agronómicas para los cultivos en el sistema. El diseño estadístico fue de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones, desarrollando Andeva para los árboles y prueba de t para cultivos.

Al evaluar el componente arbóreo en las variables altura, diámetro y número de ramas (primarias y secundarias), no presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos; con respecto a la cobertura se encontró diferencias estadísticas en el mes de Junio siendo el tratamiento dos el que alcanzó la mayor cobertura, obteniendo un valor de 28.65 cm². La prueba de t para watsimba no indicó significancia entre los tratamientos, para las variables: altura,

¹ Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Agroforestal. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agroforestal.

² Estudiantes Ingeniería Agroforestal. Universidad de Nariño. E-mail: inlohimo13@hotmail.com – wopudenaar@hotmail.com.

³ Profesor catedrático. Ingeniero Agroforestal. M.Sc. Docente. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. E-mail : jvelezlozano@gmail.com

número de bulbos por planta, diámetro y peso del bulbo. Para el maíz en la variable altura los resultados altura muestran diferencias estadísticas entre tratamientos a los 120 días, siendo el tratamiento dos el que presenta mayor promedio (78.41cm). Con respecto al número de mazorcas por planta no se encontraron diferencias estadísticas. Simultáneamente se evaluó la producción de los cultivos teniendo en cuenta el rendimiento de cada uno de ellos para cada tratamiento; encontrando que el T1 presenta diferencias estadísticas significativas frente al T3. En cuanto al rendimiento del maíz no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. El análisis parcial de costos, muestra que el menor costo de producción y mantenimiento por hectárea de los tratamientos evaluados lo presentó el tratamiento cuatro (Testigo) que fue de \$ 6'677.083. El mayor costo de producción y mantenimiento lo presentó el tratamiento tres (L//W//M) que fue de \$ 10'097.222.

Palabras clave: sistemas agroforestales, especies promisorias, investigación participativa.

ABSTRACT

The work was carried out between June of the 2006 and April of the 2007 in the Municipality of Sibundoy, located to 2200 m.a.i.s., temperature average of 16° C, annual precipitation of 750 at 1586 mm and 669.9 hours sun/year (EOT Sibundoy, 2002). In the study they settled down and they evaluated four treatments: laurel inserted with Watsimba (T1); laurel inserted with corn (T2), laurel with Watsimba and corn (T3) and laurel as monocultivo (T4); some agronomic variables were also determined for the cultivations in the system. The statistical design was at random of complete blocks with four treatments and three repetitions, developing Andeva for the trees and test of t for cultivations.

When evaluating the arboreal component in the variable height, diameter and number of branches (primary and secondary), they didn't present significant statistical differences among the treatments; with regard to the covering it was statistical differences in the month of June being the treatment two the one that reached the biggest covering, obtaining a value of 28.65 cm². The test of t for watsimba didn't indicate significancia among the treatments, for the variables: height, number of bulbs for plant, diameter and weight of the bulb. For the corn in the variable height the

results height show statistical differences among treatments to the 120 days, being the treatment two the one that presents bigger average (78.41cm). with regard to the number of ears for plant were not statistical differences. Simultaneously the production of the cultivations was evaluated keeping in mind the yield of each one of them for each treatment; finding that the T1 presents significant statistical differences in front of the T3. As for the yield of the corn they were not significant statistical differences among treatments. The partial analysis of costs, shows that the smallest production cost and maintenance for hectare of the evaluated treatments the it presented the treatment four (Witness) that was of \$6'677.083. The biggest production cost and maintenance presented it the treatment three (L//W//M) that was of \$10'097.222.

Words key: systems agroforestales, promissory species, investigation participative

INTRODUCCIÓN

En Colombia, la investigación de las especies de uso múltiple y especies promisorias han adquirido gran importancia en la última década por las nuevas políticas de gobierno en materia de recursos naturales, generando así alternativas para la conservación, manejo y generación de paquetes tecnológicos. Estas investigaciones contribuyen a la inclusión de especies con múltiples bondades en el arca ambiental del Convenio Andrés Bello (CAB); tal es el caso de la planta watsimba, que a pesar de ser considerada promisoriosa en la región del Valle de Sibundoy, se tiene poco conocimiento científico a nivel mundial.

El origen de la watsimba en la región del Valle de Sibundoy se presume que tiene un legado histórico ya que en épocas de la Conquista Española, los conquistadores, asentados inicialmente en México se dirigieron hacia el sur del continente llegando hasta el Perú encontrándose con la cultura Inca propia de este país a los cuales les dieron a conocer entre otras cosas dicha planta. Teniendo en cuenta que la cultura Inga propia del Valle de Sibundoy proviene del Imperio Inca, se concluye que la llegada de esta planta a esta región es estrictamente indígena (De Villota, et al. 2002).

La watsimba es una hierba de bulbo carnoso y hojas largas, plegadas y envainantes, que miden entre 40 a 50 cm de largo, por 1 a 2.5 cm de ancho, escapo cilíndrico, de 30 a 70 cm, con varias

flores rodeadas por una bráctea bivalva, flores grandes, de 9 a 10 cm de diámetro, vistosas, formadas de 3 tépalos externos grandes, cóncavos, de color rojo-amarillento y 3 tépalos internos chicos, de color amarillo y purpúreo atigrados. Sus flores de un rojo amarillento tienen un aspecto atigrado, de donde proviene su nombre científico. Tiene la curiosidad de que florece sólo durante un día (infojardin.com [artículo en internet]). La watsimba posee uso alimenticio, ya que se emplea el bulbo y la flor en la fabricación de watsifrits, galletas, donas y mermeladas. También se utiliza en preparaciones medicinales para curar enfermedades como: insomnio, afecciones bronquiales, venas várices, flujos y dolores menstruales, dolores de cabeza, y otras dolencias (De Villota et al. 2002).

En el municipio de Sibundoy, existen formas ancestrales de producción limpia y sostenible, que en su mayoría no han sido validadas; por lo cual, surge la necesidad de adoptar acciones en procura de elaborar procesos que permitan reconocer estas practicas teniendo como alternativa los sistemas agroforestales, en los cuales 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; no se trata de un concepto nuevo, sino, más bien, de un término nuevo empleado para designar un conjunto de prácticas y sistemas de uso de la tierra ya tradicionales en regiones tropicales y subtropicales principalmente, aunque también se las encuentran difundidas en algunas regiones templadas (Montagnini, et al.,1992).

En los sistemas agroforestales las especies leñosas perennes pueden incrementar los niveles o contenidos de materia orgánica a través de la adición de hojas y partes de la planta al suelo. Así mismo, estas pueden participar activamente en la utilización y el reciclaje de nutrientes, intervenir en la fijación o solubilización del nitrógeno (leguminosas) y en hacer más disponibles los nutrientes, como los fosfatos mediante la interacción microbiológica o micorrísica en el suelo. (Garzón et al.,1995).

Para validar una de las prácticas ancestrales agroforestales empleando especies promisorias presentes en la zona se plantearon los siguientes objetivos: Evaluar el efecto del componente agrícola sobre el comportamiento inicial de *M. pubescens*, evaluar la producción y el comportamiento agronómico de los cultivos en el sistema, realizar un análisis parcial de costos

para el arreglo agroforestal propuesto, evaluar el sistema agroforestal con la participación de la comunidad educativa de la Escuela Normal Superior de Sibundoy.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el predio de la Arquidiócesis de Mocoa - Sibundoy, ubicado en el municipio de Sibundoy de un área aproximada de 6800 m², localizado al occidente del Meridiano de Greenwich a 76°55'12" longitud oeste y 01°12'25" latitud Norte, a 2200 msnm, temperatura promedio de 16 °C, precipitación anual de 750 a 1586 mm, humedad relativa 60 al 100 % con 669.9 horas sol promedio año (EOT Sibundoy, 2002). Según Holdridge (1979), pertenece a la zona de vida bosque muy húmedo montano bajo (bmh – MB).

Se empleó un diseño de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Los cuatro tratamientos fueron: laurel de cera a una distancia de 6m x 6m intercalado con watsimba a una distancia de 0.5 x 0.5m (**T1**), laurel a 6 m x 6 m intercalado con maíz a una distancia de 1 x 1 m (**T2**), laurel a 6 m x 6 m intercalado con watsimba a una distancia de 0.5 x 0.5 m y con maíz a una distancia de 1 x 1 m (**T3**) y laurel a 6 m x 6 m (**T4**).

El área útil fue de 2160 m², donde se trazaron tres bloques de 54 m de largo por 40 m de ancho, con una separación de dos metros entre ellos. Dentro de cada bloque se trazaron las parcelas experimentales de 12m x 12m (144m²) constituidas por 9 árboles ubicados a una distancia de 6m x 6m. Entre los espacios dejados por las hileras de los árboles se establecieron los cultivos de *T. pavonia* y *Z. mays*.

VARIABLES EVALUADAS

Componente Arbóreo

Se evaluaron las variables cada tres meses para cada uno de los árboles.

* **Altura:** Se tomo cuatro registros de la variable altura durante el ensayo cada 3 meses, desde la base del tallo hasta la yema terminal.

* **Diámetro:** Se realizaron mediciones en la base del árbol (a ras del suelo) con un pie de rey.

* **Cobertura:** Se midieron dos ejes, un eje a lo largo de la copa (A-B) norte a sur y un eje a lo ancho de la copa (C-D) este a oeste, posteriormente el área se asumió como una elipse.

$$C = \frac{1}{2} AB \times \frac{1}{2} CD \times \pi$$

Donde:

C = Cobertura (m²)

AB = Longitud del eje norte a sur (m)

CD = Longitud del eje este a oeste (m)

* **Número de ramas:** Se contaron el número de ramas primarias y secundarias de cada uno de los árboles.

Componente Agrícola

Watsimba

* **Altura:** Se tomaron registros mensuales de esta variable desde la base del tallo hasta el ápice de la hoja más larga de la planta.

* **Diámetro del bulbo:** Variable que se registró al obtener la cosecha, para determinar las diferencias en tamaño en los diferentes tratamientos (pie de rey).

* **Peso del bulbo:** Se registraron datos de cada uno de los bulbos cosechados haciendo uso de una balanza, para determinar diferencias de peso en cada tratamiento.

* **Producción:** Para esta variable se aplicó la siguiente fórmula:

$$PW = \#Bp * Pb(g) / 1000(g)$$

Donde:

PW = Producción por planta de Watsimba en kg

#Bp = Número de bulbos por planta

Pb = Peso del bulbo (g)

El rendimiento se calculo a través de la siguiente fórmula

$$R = (PPU * 10000m^2)/APU$$

R = Peso en kilos por hectárea (rendimiento)

PPU = Peso de la parcela útil (kg)

APU = Area de la parcela útil (m²)

Maíz

* **Altura:** Se tomaron 9 registros de esta variable durante el ensayo cada 30 días, desde la base del tallo hasta la yema terminal.

* **Número de Mazorcas:** Se contaron el número de mazorcas de 15 plantas al azar, y se realizó un promedio para obtener el resultado de esta variable.

* **Producción:** Se aplicó la siguiente formula:

$$PM=(\#Ma*\#GC*\#C*Pe100G/100)/1000g$$

Donde:

PM = Producción por planta de Maíz en kg.

#Ma = Número de mazorcas

#GC = Número de granos por carrera

#C = Número de carreras

Pe100G/100 = Peso de cien granos de Maíz sobre cien (g)

El rendimiento se calculo así:

$$R = (PPU * 10000m^2)/APU * (100 - \%HM) / 85$$

R = Peso en kilos por hectárea (rendimiento)

PPU = Peso de la parcela útil (kg)

APU = Área de la parcela útil (m²)

%HM= Humedad de la muestra (15%)

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el componente arbóreo los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza. El modelo estadístico corresponde a bloques completos al azar. Para las variables agronómicas se realizó una prueba de t.

PLANIFICACION PARTICIPATIVA

La metodología que se empleó tuvo un enfoque de Investigación Acción Participación donde se trabajó con la comunidad a través de talleres de capacitación y sensibilización sobre: educación ambiental (problemas del medio ambiente, en especial la exterminación de especies) y producción sostenible (SAF'S).

El proyecto se socializó a la comunidad educativa de la Escuela Normal Superior de Sibundoy, profesores y padres de familia; a quienes se les explicó el objetivo, metodología a seguir y la duración del proyecto. El componente de ejecución de este proyecto consistió en organizar parcelas de demostración con los estudiantes, como días de campo para generar el diálogo y la retroalimentación entre investigadores y comunidad educativa.

ANÁLISIS ECONÓMICO

Se determinaron los costos de instalación y mantenimiento de cada uno de los tratamientos de Laurel, Watsimba y Maíz en la zona de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Componente arbóreo

El análisis de varianza (Tabla 1) mostró que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para altura y diámetro teniendo en cuenta los periodos evaluados, lo cual demuestra que los cultivos asociados en este ensayo, no influyen en cada una de las variables.

Tabla 1. Análisis de varianza para altura, diámetro y cobertura de *Morella pubescens* en el arreglo agroforestal a los 90, 180 y 270 días después del trasplante.

F.V	G.L	Cuadrado medio								
		Altura			Diámetro			Cobertura		
		17-Dic	17-Mar	17-Jun	17-Dic	17-Mar	17-Jun	17-Dic	17-Mar	17-Jun
Bloques	2	5,12 ^{ns}	5,36 ^{ns}	10,50 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,29 ^{ns}	3760,64 ^{ns}	105895,21 ^{ns}	8327,69 ^{ns}
Tratamientos	3	4,87 ^{ns}	11,81 ^{ns}	6,94 ^{ns}	0,09 ^{ns}	2,57 ^{ns}	0,27 ^{ns}	99,98 ^{ns}	53051,80 ^{ns}	240883,44*
Error	6	2,36	20,65	12,01	0,33	0,98	1,05	1220,03	59580,00	42956,17
CV		6,02	9,25	5,10	9,83	5,58	6,00	14,36	19,64	7,90

ns: no significativo

* Significativo al 5%

Los resultados obtenidos en la presente investigación concuerdan con los datos mostrados en el ensayo realizado por Vélez y Ramírez (2002) en la vereda Botana sobre laurel de cera bajo 3 tratamientos, laurel de cera en monocultivo, laurel de cera intercalado con papa y laurel de cera asociado con ajo, encontrándose que los datos promedios de altura a través de 6 evaluaciones no presentaron diferencias significativas, de igual manera al evaluar los diámetros de Laurel de cera

en tres tratamientos durante un periodo de siete meses se encontró que el tratamiento uno (laurel de cera) tuvo un promedio que fluctuó entre 1.93cm y 3.30cm con un incremento de 1.37cm, los datos para el tratamiento dos (laurel de cera intercalado con papa) oscilaron entre 2.04cm a 3.48cm con un aumento de 1.44cm, finalmente el tratamiento tres (Laurel de Cera asociado con ajo) presentó un rango desde 1.51cm hasta 3.29cm obteniendo un incremento de 1.7cm al final de la evaluación.

Muñoz y Luna (2002) afirman que existe influencia de la distancia de siembra sobre la variable altura, lo cual hace pensar que en el futuro esta puede afectar significativamente el crecimiento del laurel de cera en la medida que se produzca e intensifique la competencia por luz, agua y nutrientes por lo cual conviene considerar la distancia de 4 m x 4 m como la más apropiada para la siembra de laurel bajo monocultivo. Sobre el comportamiento en cuanto a la variable diámetro, encontraron que el mayor promedio fue de 1,3 mm, el cual se presentó en la zona de San José de Alban cuyo tratamiento corresponde a laurel de cera sembrado a una distancia de 4 m x 4m con 100 g. de fertilizante; en la zona de San Pablo el mayor promedio fue de 0.6 mm el cual hace referencia al tratamiento de laurel de cera sembrado a 4 m x 4 m con 50 g. de fertilizante.

Por el contrario en el estudio laurel de cera intercalado con cultivos transitorios realizado por Molina y Narváez (2000) en la vereda Botana en el cual se encontró que los mayores incrementos de altura se dieron bajo el sistema laurel de cera asociado con maíz y fríjol voluble con 78.31 m, el laurel de cera solo y laurel de cera asociado con fríjol arbustivo presentaron promedios similares con 58.54 m y 56.74 m, según los autores el incremento de altura de laurel de cera bajo el asocio con maíz y fríjol voluble se debió a la respuesta que muestran las plantas por competencia de luz alargando mas rápidamente sus entrenudos. Con respecto al diámetro, se encontró que el tratamiento uno (laurel de cera solo) tuvo un promedio que fluctuó entre 1.93 mm y 3.30 mm con un incremento de 1.37 mm, los datos para el tratamiento dos (laurel de cera intercalado con papa) oscilaron de 2.04 mm a 3.48 mm con un aumento de 1.44 mm, finalmente el tratamiento tres (laurel de cera asociado con ajo) presentó un rango desde 1.51 mm hasta 3.29 obteniendo una diferencia de 1.7 mm al final de la evaluación.

Al realizar el análisis de varianza para la variable cobertura, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 1) a los 90 y 180 días después del trasplante (ddt). No obstante, a los 270 ddt, el análisis de varianza muestra que hay diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

La prueba de comparación de medias (Tabla 2) indica que los tratamientos 2 y 3 presentan diferencias estadísticas significativas frente a los tratamientos 1 y 4, demostrando que los cultivos influyen en la variable cobertura de los árboles durante este tiempo. Estos efectos se dieron debido a la respuesta por competencia entre especies, la cual para los dos casos fue de crecimiento por lograr un suministro adecuado de luz, en este sentido Caballero (1997) afirma que las plantas son sistemas fotosintéticos que compiten por nutrientes y luminosidad.

Tabla 2. Prueba de Comparación de medias de Tukey para Laurel de Cera

VARIABLES LAUREL DE CERA <i>Morella pubescens</i>	
Cobertura (cm²)	
Medias	Trat
28.65 a	2
28.03 a	3
25.82 b	1
22.38 b	4

Letras iguales indican no significancia estadística

Los resultados obtenidos concuerdan con los reportados por Molina y Narváez (2000) donde el incremento en cobertura es mayor en el tratamiento laurel de cera asociado con maíz y fríjol voluble con 1,4m² y presenta diferencias significativas con relación a los tratamientos de laurel en monocultivo y laurel asociado con fríjol arbustivo los cuales obtuvieron 0.8m² y 0.7m² respectivamente.

Componente Agrícola

1) *Tigridia pavonia*

* **Altura:** La prueba de t realizada (Tabla 3) indica que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para los periodos evaluados, lo cual demuestra que el asocio con laurel de cera y maíz no influyó en el crecimiento de la watsimba durante este tiempo.

Tabla 3. Prueba de t para altura de watsimba

TRAT	17-NOV	17-DIC	17-ENE	17-FEB	17-MAR	17-ABR	17-MAY
L/W (T1)	16.69 a	23.73 a	32.94 a	38.20 a	37.32 a	37.57 a	37.39 a
L/W/M (T3)	17.01 a	24.14 a	33.70 a	38.51 a	37.39 a	37.15 a	39.93 a
T Calculada	0.24	0.27	0.48	0.23	0.47	0.39	1.95
T Tabulada	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98

Letras iguales indican no significancia estadística

De Villota et al (2002), describe que el crecimiento de la planta en altura es variado, puede llegar a medir de 30 a 70 cm. Por otra parte Panguatian (2007), encontró diferentes rangos de altura en la watsimba, clasificando a esta especie en tres grupos dependiendo su altura. Pequeñas (<40cm), Intermedias (40.1- 80cm) y Altas (>81cm). La planta con menor altura que se encontró en la investigación fue de 19cm y la de mayor altura fue de 117cm., obteniendo un promedio de altura de 58.8cm.

* **Número de bulbos por planta:** En el tratamiento uno se obtuvo un promedio de 2.58 bulbos/planta y para el tratamiento tres 2.60 bulbos/planta. La prueba de t determino que no existen diferencias significativas entre tratamientos. Estos resultados demuestran que el asocio de la watsimba con laurel de cera y maíz no fue un factor concluyente en la cantidad de bulbos por planta (Tabla 4).

* **Peso del bulbo:** Los resultados promedios que se obtuvieron para esta variable fueron de 22.81g y 25.28g para el T1 y T3 respectivamente. El peso promedio por planta fue de T1 58.84g/planta y T3 65.72g/planta. La prueba de t encontró que no existen diferencias significativas entre tratamientos. Estos resultados indican el peso del bulbo no se vio afectado por el asocio con otros cultivos (Tabla 4).

En la caracterización realizada por Panguatian (2007), se encontraron pesos por planta de: 250g a 500g; estos datos difieren con los resultados encontrados en esta investigación, puesto que el promedio por planta de watsimba en este estudio fue de: T1 58.84g/planta y T3 65.72g/planta.

* **Diámetro del bulbo:** En el T1 se encontró un diámetro promedio de 40.52mm y para el T3 39.57mm. La prueba de t realizada no presentó diferencias estadísticas significativas, demostrándose que la respuesta en cuanto al diámetro no difiere entre tratamientos (Tabla 4).

Resultados similares se encontraron en la investigación realizada por Botina y Bravo (2008), con diámetros de 4.58cm en el T2 y 2.87cm para el T7.

* **Rendimiento:** (Tabla 4) La prueba de t realizada determinó que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para el periodo evaluado a 240 días después del trasplante (ddt), lo cual demuestra que el asocio de la watsimba con laurel de cera y maíz si fue un factor concluyente en el rendimiento. Los resultados encontrados en la investigación muestran que para el tratamiento uno el rendimiento promedio fue de 2362.32 kg/ha y en el tratamiento tres 1316.51 kg/ha. Esto se debe probablemente por la densidad de siembra que se manejó en los dos tratamientos (T1= 240 plantas y T3 = 120 plantas).

Los datos encontrados en este estudio son semejantes a los reportados por Botina y Bravo (2008) donde para el T2 el rendimiento fue de 3666 kg/ha y para el T7 de 1550 kg/ha.

Tabla 4. Pruebas de t para variables de watsimba

VARIABLE	T1 L//W	T3 L//W//M	T Calculada	T Tabulada
Número bulbos/planta	2.58 a	2.60 a	0.10	1.98
Peso del bulbo (g)	22.81 a	25.28 a	1.55	1.98
Diámetro del bulbo (mm)	40.52 a	39.57 a	0.61	1.98
Rendimiento (kg/ha)	2362.32 a	1316.50 b	5.77	3.18

Letras iguales indican no significancia estadística

2) *Zea mays*

* **Altura** La prueba de t no presentó diferencias estadísticas significativas en el tiempo; sin embargo a los 120 días, se encontró que existen diferencias estadísticas significativas. Esto se puede relacionar a que durante este tiempo el T2 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 (España y Delgado1989).

Además (Caballero 1997), afirma que cualquier modificación de los factores climáticos intensidad de luz, temperatura, concentración de CO₂, un adecuado suministro de agua y nutrientes, provoca mayor o menor capacidad fotosintética y por lo tanto mayor o menor desarrollo del patrón vegetal.

Tabla 5. Prueba de t para Altura de Maíz

TRAT	17-OCT	17-NOV	17-DIC	17-ENE	17-FEB	17-MAR	17-ABR
L/M (T2)	19.57 a	23.59 a	39.65 a	78.41 a	122.28 a	151.00 a	167.47 a
L/W/M (T3)	18.84 a	22.72 a	38.82 a	69.81 b	110.57 a	142.75 a	162.08 a
T Calculada	1.02	0.74	0.36	1.99	1.75	1.17	0.95
T Tabulada	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98

Letras iguales indican no significancia estadística

* **Número de mazorcas por planta:** La prueba de t (Tabla 6) no presentó diferencias estadísticas significativas. Con los resultados obtenidos en la presente investigación se demuestra que la respuesta en cuanto al número de mazorcas no difiere entre tratamientos.

Según un estudio de establecimiento y evaluación de arreglos agroforestales realizado por Santacruz y Zambrano (2004), en la microcuenca la Cofradía municipio de San Francisco departamento del Putumayo, se encontró que para el número de mazorcas por planta en las asociaciones de maíz con quillotocto, Maíz con Acacia y Maíz en monocultivo se obtuvieron para esta variable promedios de 1.82, 2.36 y 2.18 mazorcas por planta respectivamente. No se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y el testigo.

Rendimiento: Para esta variable se tuvo en cuenta la producción del cultivo (Cuadro 6). La prueba de t realizada determino que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para el periodo evaluado a 240 días después del trasplante (ddt), lo cual demuestra que el asocio del maíz con laurel de cera y watsimba no fue un factor determinante en el rendimiento. Los resultados encontrados en la investigación muestran que para el tratamiento dos el rendimiento promedio fue de 1574.69 kg/ha y en el tratamiento tres 1558.16 kg/ha. (Tabla 6)

Según el DANE (2002-2006), el cultivo tradicional del maíz amarillo se caracteriza por ser cultivado en pequeñas extensiones de tierra, utilización de semilla no certificada, bajo consumo de agroquímicos y en especial de fertilizantes. Su rendimiento promedio es de 1.57 toneladas por hectárea y buena parte de su producción se destina al autoconsumo. Los rendimientos promedios en Colombia son de 3.2 ton/ha para maíz tecnificado y de 1.4 ton/ha para maíz tradicional. De acuerdo a los resultados encontrados en este estudio se puede afirmar que el rendimiento del maíz, esta dentro de los parámetros normales de producción nacional.

Tabla 6. Pruebas de t para variables Maíz

VARIABLE	T2 L//W	T3 L//W//M	T Calculada	T Tabulada
Número mazorcas/planta	1.11 a	1.04 a	1.17	1.99
Rendimiento (kg/ha)	1574.69 a	1558.16 a	0.19	3.18

Letras iguales indican no significancia estadística

En el estudio hecho por Santacruz y Zambrano (2004), se obtuvieron rendimientos de 2081 kg/ha para el monocultivo, 2012 kg/ha para el asocio de maíz con acacia y para maíz con quillotocto se obtuvieron 1905 kg/ha.

PLANIFICACION PARTICIPATIVA

A comienzos de junio del 2006 se conformó un grupo de estudiantes de secundaria, orientados por una docente, para apoyar las actividades de instalación del arreglo agroforestal, seguimiento y evaluación periódica del mismo; desde la implementación, hasta la cosecha de los productos.

Se adelantaron seis talleres donde participaron alrededor de treinta personas, estudiantes de los grados noveno, décimo, once y algunos alumnos de primaria; logrando un 90% de interés sobre las temáticas impartidas, las cuales se encaminaron a diálogos reflexivos sobre el manejo adecuado de los recursos naturales, como también a reconocer los arreglos agroforestales presentes en la zona y los problemas prioritarios dentro de los sistemas de producción tradicional.

Un estudio similar se presentó con el proceso pedagógico de Uniminuto desarrollado en la huerta escolar del Hogar San Mauricio, la cual fue creada para sensibilizar a los niños hacia una cultura ambiental además de que fuese un espacio educativo y una experiencia vivencial para enriquecer el proceso de enseñanza – aprendizaje de las ciencias naturales, además de que proporcionara los alimentos que requieren los niños en el hogar, dicho trabajo es asesorado por estudiantes de Ingeniería agroecológica quienes realizan su práctica social.

Se desarrolla un trabajo teórico (en el aula) apoyando clases de ciencias naturales y práctico (en la huerta) que constituye una dinámica de ambientación, una fase de información donde los estudiantes de práctica social proporcionan a niños y niñas los conocimientos básicos para la actividad planeada, una distribución y ejecución de tareas y finalmente la socialización de aprendizajes, donde se opina y se manifiestan las dificultades. Además se asignan las tareas indispensables de cuidado y mantenimiento de la huerta durante la semana.

Para mejorar el proceso pedagógico implementado en el componente de la huerta escolar del proyecto, los docentes desarrollaron un plan de temáticas de acuerdo al cronograma de actividades para el trabajo en la huerta y así lograron que los conocimientos adquiridos en el aula tuvieran estrecha relación con el trabajo práctico en la huerta. También se recolecta y sistematiza la información de las actividades. mineducacion.gov.com [artículo en internet].

En cuanto al proceso de seguimiento y toma de datos del arreglo agroforestal se destaca que el 95% de los participantes manejaron registros sobre las variables evaluadas, lo que demostró el gran interés y motivación de la comunidad educativa.

Un elemento importante fue la socialización que se realizaba en días de campo cada mes, donde participaban la rectora, siete docentes, veinte padres de familia y treinta estudiantes, siendo significativo el compromiso hacia los procesos de investigación. Estas actividades fueron

necesarias para divulgar las lecciones aprendidas en cada práctica realizada durante el estudio, como también ayudaron a promocionar la importancia de desarrollar estudios de asociación de especies.

Estos logros son similares a los que se evidencia en la parcela agroforestal de los niños en Madre de Dios (Perú); en donde a través de la implementación del arreglo, los niños fueron capacitados en el manejo de técnicas agroecológicas y junto con ello fortalecer su capacidad de lectoescritura, lógico matemática y también su capacidad crítica, además busca crear una fuente de alimentación que mejore su nutrición.

En el manejo de las parcelas participan los niños, sus padres y hermanos menores, como una forma de involucrar a toda la comunidad en la educación de los niños para dar un buen uso a los recursos naturales. Con la parcela agroforestal se busca dar a los niños las bases de agricultura sostenible. La ANIA considera que una sociedad sin valores y actitudes de responsabilidad social y ambiental no será sostenible, y que es en la etapa de la niñez donde se desarrollan estos valores y actitudes. ARNAIS, J. y TORRES, M., 2004.

ANALISIS PARCIAL DE COSTOS

En el cuadro 1 y 2, se indican los costos de producción y mantenimiento generados por la implementación del arreglo agroforestal laurel de cera, watsimba y maíz durante el periodo de evaluación (los datos fueron extrapolados a una hectárea). El menor costo de producción y mantenimiento por hectárea de los tratamientos evaluados lo presentó el tratamiento cuatro (Testigo) que fue de \$ 6'677.083 esto se debe a que solo se estableció el laurel de cera y no se sembró ningún componente agrícola. El mayor costo de producción y mantenimiento lo presentó el tratamiento tres (L//W//M) que fue de \$ 10'097.222 puesto que para este tratamiento se tuvieron en cuenta costos de instalación de los componentes agrícolas (maíz, watsimba) y establecimiento del laurel de cera.

Cuadro 1. Costos de producción y mantenimiento T1 y T2

TRATAMIENTO 1 (L//W)				
ACTIVIDAD	UNIDAD	V. UNIDAD (pesos)	CANTIDAD	V.TOTAL (pesos)
Delimitación Terreno	Estacas	500	8	4.000
	200m Cinta polipropileno	2.300	1	2.300
	Jornal	8.000	1	8.000
Trazado	Jornal	8.000	1	8.000
Siembra	Árboles	200	9	1.800
	kg Bulbos watsimba	1.800	7	12.600
	Jornal	8.000	1	8.000
Fertilización	1/2 kg de fosfato diamónico	550	3	1.650
	Jornal	8.000	3	24.000
Fumigación	Jornal	8.000	2	16.000
Riego	Jornal	8.000	2	16.000
Deshierbe y Plateo	Jornal	8.000	2	16.000
Cosecha	Jornal	8.000	1	8.000
TOTAL TRATAMIENTO				126.350
TRATAMIENTO 2 (L//M)				
ACTIVIDAD	UNIDAD	V. UNIDAD (pesos)	CANTIDAD	V.TOTAL (pesos)
Delimitación Terreno	Estacas	500	8	4.000
	200m Cinta polipropileno	2.300	1	2.300
	Jornal	8.000	1	8.000
Trazado	Jornal	8.000	1	8.000
Siembra	Árboles	200	9	1.800
	1/2 kg Semilla maíz	2.500	1	2.500
	Jornal	8.000	1	8.000
Fertilización	kg de fosfato diamónico	1.050	6	6.300
	kg de Bórax	1.850	6	11.100
	Jornal	8.000	3	24.000
Fumigación	Jornal	8.000	2	16.000
Riego	Jornal	8.000	2	16.000
Deshierbe y Plateo	Jornal	8.000	2	16.000
Cosecha	Jornal	8.000	1	8.000
TOTAL TRATAMIENTO				132.000

Cuadro 2. Costos de producción y mantenimiento T3 y T4

TRATAMIENTO 3 (L//W//M)				
ACTIVIDAD	UNIDAD	V. UNIDAD (pesos)	CANTIDAD	V.TOTAL (pesos)
Delimitación Terreno	Estacas	500	8	4.000
	200m Cinta polipropileno	2.300	1	2.300
	Jornal	8.000	1	8.000
Trazado	Jornal	8.000	1	8.000
Siembra	Árboles	200	9	1.800
	1/2 kg Semilla maíz	2.500	1	2.500
	kg Bulbos watsimba	1.800	3	5.400
	Jornal	8.000	2	16.000
Fertilización	kg de fosfato diamónico	1.050	6	6.300

	kg de Bórax	1.850	6	11.100
	Jornal	8.000	3	24.000
Fumigación	Jornal	8.000	2	16.000
Riego	Jornal	8.000	2	16.000
Deshierbe y Plateo	Jornal	8.000	2	16.000
Cosecha	Jornal	8.000	1	8.000
TOTAL TRATAMIENTO				145.400
TRATAMIENTO 4 (Testigo)				
ACTIVIDAD	UNIDAD	V. UNIDAD (pesos)	CANTIDAD	V.TOTAL (pesos)
Delimitación Terreno	Estacas	500	6	3.000
	200m Cinta polipropileno	2.300	1	2.300
	Jornal	8.000	1	8.000
Siembra	Arboles	200	6	1.200
	Jornal	8.000	1	8.000
Fertilización	1/2 kg de fosfato diamónico	550	3	1.650
	Jornal	8.000	3	24.000
Fumigación	Jornal	8.000	2	16.000
Riego	Jornal	8.000	2	16.000
Plateo	Jornal	8.000	2	16.000
TOTAL TRATAMIENTO				96.150

SML (año 2007) \$ **433.700**

CONCLUSIONES

El ciclo del cultivo de watsimba *T. pavonia* tuvo una duración de 240 días, ocho meses. Presentando promedios en altura de 37.39cm para el T1 y 39.93 para el T3, diámetro del bulbo 40.52cm para el T1 y 39.57 para el T3.

El rendimiento de la watsimba fue diferente cuando se sembró solo con laurel 2632 kg/ha (T1) que al asociarse con el cultivo del maíz 1316kg/ha (T3).

La producción del maíz no fue diferente en asocio con watsimba y laurel de cera: tratamiento dos 1574.69 kg/ha y tratamiento tres 1558.16 kg/ha, frente a la producción local (monocultivo).

Los resultados obtenidos para el laurel en las variables altura y diámetro no fueron diferentes entre tratamientos. No obstante la cobertura en los tratamientos T2 (2.86m²) y T3 (2.80m²) fue mayor frente a los tratamientos T1 (2.58m²) y T4 (2.23m²).

La educación ambiental por medio de las prácticas de conservación, son utilizadas como una estrategia para el planteamiento de alternativas de producción que permiten disminuir los problemas ambientales que causa la agricultura tradicional; como también integrar activamente a la comunidad, generando espacios de aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Plan de Investigación Fomento e Industrialización del Laurel de cera (PIFIL) de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño.

Vicerrectoría de Postgrados VIPRI de la Universidad de Nariño.

Gloria Cristina Luna Cabrera, Ing. Agrónomo M.Sc. Gestión de Proyectos. Coordinadora del plan de Educación ambiental del Plan de Investigación Fomento e Industrialización del Laurel de cera (PIFIL).

Grupo de Investigación Los Exploradores de la Escuela Normal Superior de Sibundoy.

Concepción Luna, Docente y Directora del grupo de investigación Los Exploradores de la Escuela Normal Superior de Sibundoy.

Alba Cecilia Muñoz, Rectora IE de la Escuela Normal Superior del Putumayo.

Jorge Vélez. Ing. Agroforestal M.Sc. Suelos. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

Luz Amalia Forero Ing. Forestal M.Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

Y a todas aquellas personas que de una u otra manera favorecieron el alcance de los objetivos planteados en este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

ARCINIEGAS, A., PONCE, J. Evaluación de la interacción Maíz – Frijol arbustivo y el relevo con Arveja en una zona del municipio de Pasto. Tesis de grado I. Agr. Pasto, Colombia Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1994. 64p.

ARNAIS, J. y TORRES, M. (2004). La parcela agroforestal de los niños en Madre de Dios. En: Revista de Agroecología LEISA. Vol. 20, No 2, p 17-19.

BOTINA, A. y BRAVO, S. (2008). Evaluación del comportamiento de la watsimba *tigridia pavonia* bajo tres distancias de siembra. Trabajo de Grado I. AF. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Ingeniería Agroforestal. San Juan de Pasto, Colombia. 20 p.

CABALLERO, L. Respuesta de *Allium sativum* L.var. sachica a diferentes condiciones de nutrición. En: Revista científica de UNINCCA. Vol.3, No.2; (diciembre, 1997); p. 38.

CIFUENTES, C. y MUÑOZ, O. (2001). Evaluación de dos líneas mejoradas de maíz *Zea mays* tipo morocho en dos zonas del municipio de Tangua departamento de Nariño. Tesis de grado I. Agr. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. San Juan de Pasto, Colombia. 65 p.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (DANE). Secretaria Técnica Comercio Exterior. (2002-2006).

DE VILLOTA, C. et al. Proyecto Investiguemos La Watsimba. Grupo de Investigación “Los Exploradores”. Institución Educativa Escuela Normal Superior del Putumayo Sibundoy. Putumayo, Colombia. 2002. p. 4

EOT Esquema de Ordenamiento Territorial. Municipio de Sibundoy-Putumayo. ARD, Inc Colombia-Fundación Cultural del Putumayo.

ESPAÑA, L. y D, L. (1989). Evaluación de pérdidas de suelo bajo cuatro coberturas vegetales, maíz *zea mays*, haba *vicia faba* cebada *Hordeum vulgare* y pasto raigras *Lolium perenne*. Trabajo de grado. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. San Juan de Pasto, Colombia. 67 p.

Flor de tigre, Flor de un día, Tigridia pavonia [en línea]. [citado 29/07/2008] Disponible en World Wide Web: www.infojardin.com/fichas/bulbosas/tigridia-pavonia-flor-de-tigre-flor-de-un-dia.htm

GARZÓN, S.H.; et al. (1995). Evaluación de la Erosión Hídrica y la Escorrentía Superficial bajo los Sistemas Agroforestales, en tierra de ladera, Turrialba Costa Rica. p.120-143. En: Primer Seminario Internacional sobre Sistemas Sostenibles de Producción. La Agroforestería como alternativa. Memorias. Ibagué. Colombia. 378 p.

HOLDRIDGE, L. (1979). Ecología. IICA. San José, Costa Rica. 216 p.

MOLINA, A. y NARVÁEZ, W. 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, F y 18 colaboradores. (1992). Sistemas Agroforestales. Principios y aplicaciones en los trópicos. Organización para estudios tropicales. 2da. Edición. San José, Costa Rica. 622 p.

MUÑOZ, J. Estudio agroeconómico del laurel de cera en la zona norte del departamento de Nariño. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, 1994. p. 4.

MUÑOZ, J. y LUNA, C. (2002). Laurel de cera *Myrica pubescens*. Casa editorial Diario del Sur. San Juan de Pasto, Colombia. p. 12 – 73.

PAGUATIAN, A. (2007). Caracterización ecológica y morfológica de la *Watsimba Tigridia pavonia* en los municipios de Santiago y Sibundoy. Trabajo de Grado I. AF. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Ingeniería Agroforestal. San Juan de Pasto, Colombia. 85 p.

SANTACRUZ, L. y ZAMBRANO, L (2004). Establecimiento y evaluación inicial de arreglos agroforestales en la microcuenca la Cofradia municipio de San Francisco departamento de Nariño. Trabajo de Grado I. AF. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Ingeniería Agroforestal. San Juan de Pasto, Colombia. 65 p.

UNIMINUTO. Proceso pedagógico desarrollado en la huerta escolar (En línea). Disponible en Internet. URL: www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/article-100352.html

VÉLEZ, J. y RAMÍREZ, A. (2002). Evaluación preliminar del arreglo agroforestal en líneas de Laurel de cera *Morella pubescens* con papa *Solanum tuberosum* y ajo *Allium sativum* en la Vereda Botana, Municipio de Pasto. Trabajo de Grado I. AF. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Ingeniería Agroforestal. San Juan de Pasto, Colombia. 96 p.