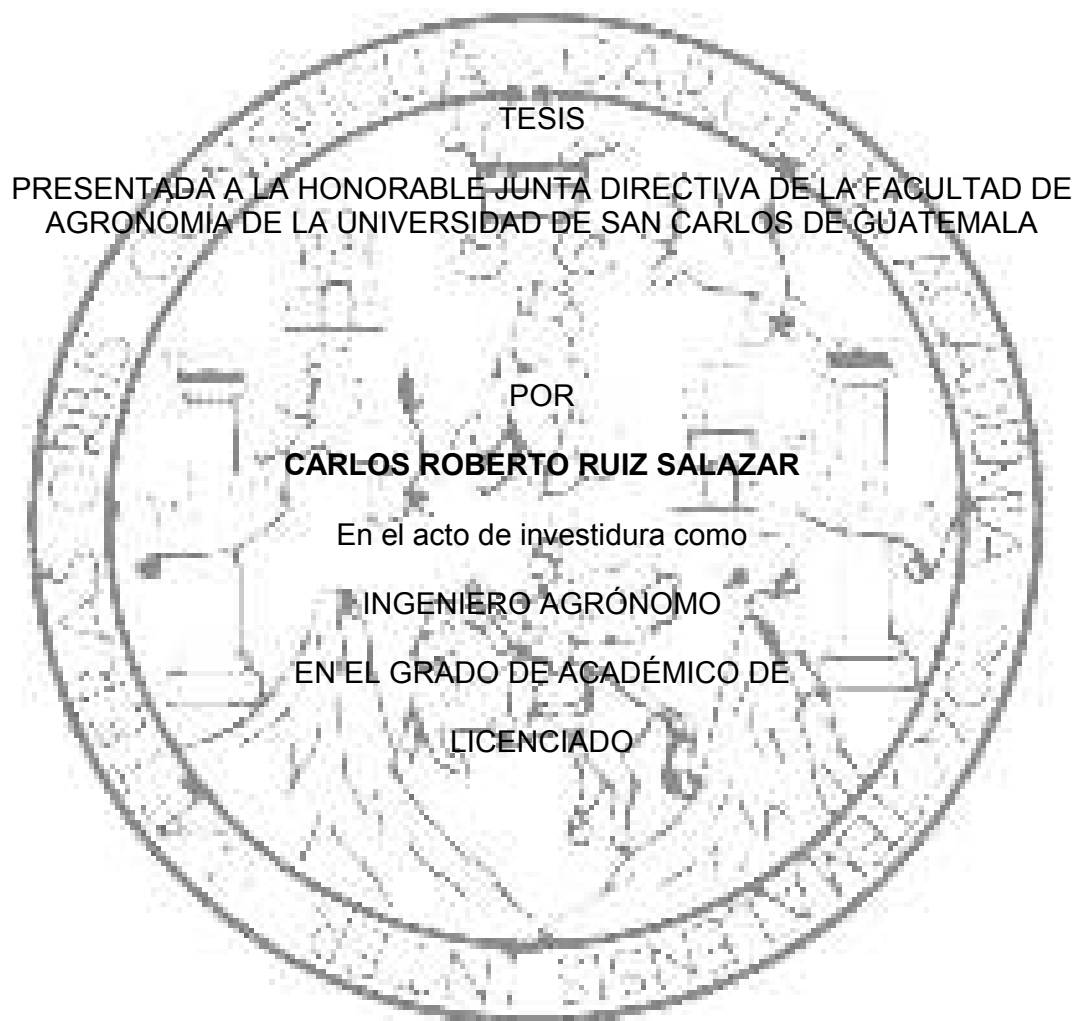


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

**EXPERIENCIAS EN LA UTILIZACION DE DOS METODOS DE REFORESTACION
CON CUATRO ESPECIES FORESTALES EN LA FINCA FLORENCIA MUNICIPIO
DE SANTA LUCIA MILPAS ALTAS, DE SACATEPEQUEZ**



Guatemala, noviembre de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

RECTOR

Lic. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

Decano	MSc.	FRANCISCO JAVIER VÁSQUEZ VÁSQUEZ
Vocal I	Ing. Agr.	WALDEMAR NUFIO REYES
Vocal II	Ing. Agr.	WALTER ARNOLDO REYES SANABRIA
Vocal III	MSc. Agr.	DANILO ERNESTO DARDÓN ÁVILA
Vocal IV	P. Forestal	AXEL ESAÚ CUMA
Vocal V	P. Contador	CARLOS ALBERTO MONTERROSO GONZÁLES
Secretario	MSc.	EDWIN ENRIQUE CANO MORALES

Guatemala, noviembre de 2009

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Distinguidos Miembros:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a consideración de ustedes, el trabajo de tesis titulado:

**EXPERIENCIAS EN LA UTILIZACION DE DOS METODOS DE REFORESTACION
CON CUATRO ESPECIES FORESTALES EN LA FINCA FLORENCIA MUNICIPIO
DE SANTA LUCIA MILPAS ALTAS, DE SACATEPEQUEZ**

Presentado como requisito previo para optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado de Licenciado.

Esperando que la presente investigación llene los requisitos necesarios para la aprobación, me suscribo de ustedes,

Deferentemente,

Carlos Roberto Ruiz Salazar

TESIS QUE DEDICO**A:****DIOS**

Ser supremo que me ha orientado en el difícil camino de la vida y por brindarme la sabiduría.

MIS PADRES

Florencio Ruiz y María Teresa Salazar de Ruiz por su apoyo y ser mi fuente de lucha.

MI ESPOSA

Carmen Alicia Larios Rivera de Ruiz, por tu amor y paciencia.

MIS HIJOS

Carlos Roberto y Alicia del Rosario, la gran dicha que Dios me ha dado y quienes son mi fuente de lucha.

MIS HERMANOS

Ana María, José Florencio, Olga Patricia, Jorge Martin, Marco Antonio, Álvaro Ricardo, Edwin Alonso y María Teresa (Q.E.P.D)

MIS TIOS, PRIMOS, SOBRINOS, CUÑADOS Y CUÑADAS Gracias por su apoyo.

AGRADECIMIENTOS

A:

Mis asesores M.S.c. Marino Barrientos García e Ing. Agr. Marvin Escobar Ramos, por su valiosa colaboración, confianza y orientación en la realización de ésta tesis.

La Facultad de Agronomía de La Universidad de San Carlos de Guatemala.

INDICE GENERAL

CONTENIDO	PAGINA
RESUMEN	IV
1. INTRODUCCION	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEORICO	4
3.1. Marco Conceptual	4
3.1.1. Agro silvicultura	4
3.1.2. <i>Ventajas y desventajas de sistemas agroforestal</i>	6
3.1.3. Sistema Taungya	8
3.1.4. Condiciones de su aplicación	9
3.1.5. Sistema de plantación	10
3.1.6. Características de las especies forestales	10
3.1.7. Características de los cultivos	10
3.1.8. Comparación del sistema Taungya con el sistema común de reforestación	11
4. MARCO REFERENCIAL	13
4.1. Descripción de las especies utilizadas	13
4.1.1. <i>Grevilla robusta</i>	13
4.1.2. <i>Eucalyptus citriodora.</i>	16
4.1.3. <i>Eucalyptus maculata.</i>	19
4.1.4. <i>Alnus arguta</i>	22
4.2. Elección del cultivo de asocio	24
4.3. Descripción del área de estudio	25

4.4. Climatología	25
4.5. Suelos	25
4.6. Zona de vida	26
5. OBJETIVOS	26
5.1. General	26
5.2. Especifico	26
6. METODOLOGIA	27
6.1. Diseño del experimento	27
6.2. Manejo del ensayo	28
6.2.1. Trazo	28
6.2.2. Preparación del suelo previo a plantar las especies forestales	28
6.2.3. Plantación de las especies forestales	28
6.2.4. Preparación del suelo para siembra de frijol	28
6.2.5. Siembra de frijol	30
6.2.6. Toma de datos de las especies forestales	30
6.3. Estimación de costos	31
6.4. Análisis estadístico	31
6.5. Modelo estadístico	31
7. RESULTADOS	32
7.1. En las especies forestales	32
7.1.1. Crecimiento en altura	32
7.1.2. Crecimiento del diámetro basal	33
7.1.3. Diámetro de copa	34

7.1.4. Supervivencia	37
7.2. Estimación de costos	38
7.2.1. Costos de inversión	38
7.2.2. Costos de producción	40
8. CONCLUSIONES	42
9. RECOMENDACIONES	43
10. BIBLIOGRAFIA	44

INDICE DE FIGURAS

1. Figura 1. Croquis del experimento	29
--------------------------------------	----

INDICE DE CUADROS

1. Cuadro 1: Comparacion del sistema Taungya con el sistema común de reforestacion	11
2. Cuadro 2: Análisis de varianza para el crecimiento en altura (cm)	32
3. Cuadro 3: Altura promedio en centímetros por parcela de todos los tratamientos	33
4. Cuadro 4: Análisis de varianza para el diámetro promedio basal (cm)	33
5. Cuadro 5: Diámetro promedio basal (cm)	34
6. Cuadro 6: Análisis de varianza para el crecimiento en diámetro de copa (cm)	34
7. Cuadro 7: Promedio de diámetro de copa (cm)	35
8. Cuadro 8: Construcción de la matriz de diferencias	35
9. Cuadro 9: Presentación final de la prueba de Tukey	36
10. Cuadro 10. Porcentaje de supervivencia en porcentaje	37
11. Cuadro 11. Costo de establecimiento de especies forestales intercalados con frijol	39
12. Cuadro 12. Frijol costo de producción en la plantación sin intercalar	40
13. Cuadro 13: Costo de producción del frijol intercalado en la plantación	41

**EXPERIENCIAS EN LA UTILIZACION DE DOS METODOS DE REFORESTACION
CON CUATRO ESPECIES FORESTALES EN LA FINCA FLORENCIA MUNICIPIO
DE SANTA LUCIA MILPAS ALTAS, DE SACATEPEQUEZ**

**EXPERIENCES IN THE USE OF TWO METHODS OF REFORESTATION WITH
FOUR FOREST SPECIES AT FLORENCEIA FARM, IN SANTA LUCIA NILPAS
ALTAS, SACATEPEQUEZ**

RESUMEN

El tema bajo estudio se hace necesario por la acelerada destrucción de los bosques, que trae como consecuencia la alteración del medio ambiente, tal como inviernos irregulares, erosión del suelo, desastres ecológicos, pero quizás lo más alarmante es la pérdida de elementos de retención de agua, ya que las masas forestales retienen el agua de lluvia. Así facilitan que se infiltre al subsuelo y se alimenten los acuíferos.

Para contrarrestar esta situación es disponer de alternativas para combinar cultivos limpios con especies forestales y poder explotar los bosques pero de manera controlada.

La finca Florencia por su ubicación constituye un pulmón para el área metropolitana por lo que se hace imprescindible implementar todas aquellas actividades que contribuyan a mantener el bosque.

El presente trabajo constituye el informe de una investigación sobre dos métodos de reforestación con cuatro especies forestales. La investigación se realizó bajo las condiciones reales de los propios agricultores de la región. Las especies utilizadas fueron Eucalipto citriodora, Eucalipto maculata, Grevillea robusta y Alnus arguta las cuales fueron evaluadas en plantación pura y en el sistema taungya utilizando frijol como cultivo intercalado ya que es lo que más producen los agricultores de la región.

1. INTRODUCCIÓN

Un planeta sano necesita bosques sanos. Los bosques prósperos regulan el ciclo del agua y estabilizan los suelos, también ayudan al clima absorbiendo y almacenando dióxido de carbono.

Además de estos servicios como ecosistema, los bosques proporcionan hábitat para flora y fauna diversa. El hombre hace uso del bosque para muchos fines (madera, leña, pulpa etc.). La cubierta forestal a nivel mundial alcanza casi 4000 millones de hectáreas y cubre cerca de 30 por ciento de la superficie terrestre. Entre 1990 y 2005, el mundo perdió el 3 por ciento de su superficie forestal, con una reducción media del 0,2 por ciento anual, según datos de la FAO.

Pero quizás lo más alarmante es que según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), durante los cinco años pasados el mundo sufrió una pérdida neta de unas 37 millones de hectáreas de bosques. (United Nations Food and Agriculture Organization).

El hombre es el principal responsable de la pérdida de cobertura boscosa, principalmente por el avance de la frontera agrícola. Esto debido a la presión que ejerce una población cada vez mayor sobre un recurso limitado, como es el suelo.

En consecuencia de lo anterior es necesario desarrollar nuevos sistemas de producción en los que ambos sistemas, el agrícola y el forestal, puedan interactuar de tal forma que sean sostenibles en una misma unidad de área. Tomando lo anterior como base, se hizo un estudio sobre el sistema de producción Taungya, que permite tener cultivos agrícolas en combinación con árboles.

Dicho estudio se realizó en la Finca Florencia, propiedad de la Municipalidad de la Antigua Guatemala y consistió en evaluar el sistema Taungya (Árboles + cultivo de frijol) versus el sistema tradicional (cultivo de frijol sin árboles) y (árboles sin cultivo).

El estudio consistió en la siembra de frijol (Phaseolus vulgaris) con las siguientes especies forestales: Gravilea (Grevillea robusta), Aliso (Alnus arguta), Eucalipto maculata y Eucalipto citriodora. Para la realización del estudio se utilizaron las técnicas de cultivo tradicional de frijol con distanciamiento de 0.25 metros de planta a árbol y 0.50 metros entre plantas y distanciamiento de 2 metros entre arboles. .. Los resultados que se obtuvieron proporcionaron información sobre la adaptabilidad, comportamiento y rendimiento de las especies forestales y del cultivo, lo que generó información para hacer recomendaciones para su aplicación en áreas similares, en donde la estructura agraria minifundista requiere de soluciones combinadas de orden agrícola y forestal.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La conservación y el desarrollo de los bosques es vital para el bienestar de los seres humanos. Los bosques ayudan a mantener el equilibrio ecológico y la biodiversidad, protegen las cuencas hidrográficas e influyen en las tendencias del tiempo y clima. Los productos forestales les proporcionan a las comunidades, madera, alimentos, combustibles etc.

El avance de la frontera agrícola para cultivos de subsistencia y la tala ilícita son responsables de la deforestación que es el proceso de la desaparición de los bosques o masas forestales.

Es alarmante ver como día con día se la destrucción de los bosques, con los resultados que ya se están manifestando, es por ello presentar alternativas que vengán a contrarrestar estas prácticas destructivas y poder ir contribuyendo a la conservación de los bosques.

El beneficio que proporcionan los bosques es de un valor enorme que se debe proteger, ya que si se sigue a este ritmo de destrucción se corre el peligro del cambio climático la pérdida de todos los productos que proporcionan, pero sobretodo pérdida de las fuentes de agua que es tal vital para el desarrollo humano.

Es comprensible la exigencia por parte de los agricultores de nuevas tierras para la siembra de los cultivos, pero no es válido el uso en tierras con vocación eminentemente forestales.

Por lo anterior se hace necesario implementar prácticas que contribuyan a contrarrestar la destrucción de los bosques y la presentada en este trabajo puede ser una de ellas para que se conozca que se puede sembrar cultivos intercalados con arboles sin que exista competencia entre ellos.

3. MARCO TEORICO

3.1 Marco conceptual

3.1.1 Agro silvicultura

Es el conjunto de técnicas de uso de la tierra donde se combinan arboles forestales con cultivos, con ganadería o ambos, en forma simultánea o escalonada en el tiempo y espacio, bajo el principio del rendimiento sostenido, optimizado por unidad de superficie (9, 10,11).

Estas técnicas son aplicables cuando una de las condiciones siguientes caracteriza el uso de la tierra predominante en una región. (11)

- Las sucesiones vegetales naturales en su formación clímax tienden hacia una estructura arbórea con una eficiente ocupación del espacio.
- Cuando el rendimiento sostenido de los cultivos no está asegurado a largo plazo por la degradación de los suelos.
- Cuando la población practica un sistema de subsistencia, que combina la producción de alimentos vegetales, proteínas, animales y el aprovechamiento integral de arboles forestales.
- Los esfuerzos que se han dedicado al aumento de la producción de alimentos, a través de la intensificación de la agricultura, a mediano plazo podrían resultar vanos frente a la escases acentuada de combustible.

Sistema agroforestales como una alternativa energética. El agro ecosistema forestal es una unidad que incluye clima, suelo, arboles, cultivos, malezas, animales mayores, plagas y enfermedades. La interacción entre los componentes de un sistema es lo que proporciona las características estructurales del mismo para hacerlo actuar como una unidad. El agro ecosistema forestal está formado por una comunidad biótica y una unidad no biótica.

Dentro de la comunidad biótica debe estar presente por lo menos una población agrícola (el cultivo anual o perenne) y una población silvícola (los árboles maderables, de sombra, etc.). Unidad no biótica es el medio ambiente físico con el cual interactúa, con el sol como fuente de energía primaria y el ciclo hidrológico como elemento moderador de la energía primaria y agente facilitador de la utilización de los recursos del suelo.

Al agro ecosistema forestal se le denomina mas simplemente agroforesteria y el patrón económico, biótico y conservacionista es que se funda es el uso múltiple y la producción sostenida de la tierra.

Según Nair, la Agroforesteria es un sistema de uso de la tierra que implica una integración aceptable, en términos sociales y ecológicos de árboles con cultivos y/o animales, simultáneamente o secuencialmente, de tal manera que se incrementa la productividad total de las plantas y animales, de forma sustancial por unidad de producción o finca, especialmente bajo condiciones de bajos niveles de insumos tecnológicos y en tierras marginales (23).

Según Bundeski, citada por Bronstein, la agroforesteria produce mayor cantidad de biomasa que los cultivos solos o los pastos solos porque aprovechan mejor el espacio vertical tanto aéreo como subterráneo, lo que supone una mayor captura de los recursos materiales y la energía (21).

Es el sistema que más se acerca a la fisionomía del bosque primario en cuanto al arreglo florístico de las especies ya que hay mejor aprovechamiento de las diferentes capas del suelo y mayor utilización de la energía primaria al existir varios estratos altitudinales que la intercepta.

Desde el punto de vista agronómico y energético, la agroforesteria seria una posibilidad para que los medianos y pequeños agricultores pudieran seguir produciendo sus cultivos básicos dentro del marco de la agricultura de subsistencia

es que se localizan y además pudieran auto abastecerse del energético tradicional y obligado que utiliza para la cocción de sus alimentos y leña.

En términos generales puede aplicarse a un amplio rango de combinaciones de uso de la tierra.

Puede ser desde el sistema Taungya que es típicamente agrosilvícola en énfasis es la reforestación a bajo costo hasta el uso selectivo de cortinas rompe vientos en un sistema predominante agrícola o bien arboles diseminados dentro de un cultivo anual o de pastos cuya principal finalidad es la producción de alimentos o ganado.

En los sistemas agroforestales pueden existir las siguientes combinaciones (2):

- Arboles asociados a los cultivos.
- Arboles asociados a la ganadería (8).
- Arboles asociados a los cultivos y a la ganadería.

Los arboles que son combinados con cultivos y/o pastos tienen una función protectora, debido a que las formaciones forestales tienen un efecto positivo y regular sobre ciertos elementos del medio ambiente, tales como el suelo, clima, los recursos hídricos.

Entre las técnicas agroforestales se incluye el método de plantación conocido como "Sistema Taungya", que permite el establecimiento de plantaciones forestales en combinación con cultivos agrícolas (8,32).

3.1.2 Ventajas y desventajas de sistemas agroforestales (2)

(Presencia simultánea o secuencial de arboles asociados con cultivos y/o plantas forrajeras) en comparación con monocultivos no arbóreos. (17)

Ventajas

- Se promueve una mejor utilización del espacio vertical y se simulan (hasta cierto punto) modelos ecológicos encontrados en la naturaleza en cuanto a estructura y forma de vida.

- Se captura más eficientemente la energía solar.
- Hay mayor resistencia contra condiciones adversas de variabilidad es las lluvias (escases o excesos en comparación con los promedios).
- Se reduce el efecto dañino provocado por fuertes vientos o el impacto de gotas de lluvia con alta energía.
- Hay menor proliferación de malas hierbas debido a la menor llegada de luz hasta el suelo y la competencia de raíces de arboles por agua.
- Una mayor cantidad de biomasa regresa al sistema en forma de materia orgánica y esta puede considerarse de mejor calidad para el suelo (como soporte y proveedor de nutrientes para las plantas).
- Hay una mejor eficiencia en circular nutrientes gracias a la red adicional de raíces de arboles que capturan los nutrientes que se mueven dentro del suelo (hacia abajo o los lados, fuera del alcance de los cultivos o plantas forrajeras). Esto vale también cuando se aplican fertilizantes que rindan más.
- Hay un efecto de bombeo de nutrientes gracias y liberados por la roca madre o de los horizontes inferiores del suelo, a través de las raíces más profundas de los arboles que llegan a estas profundidades.
- Los arboles tienden a mejorar la estructura del suelo, produciendo mayor cantidad de agregados estables y evitando una capa endurecida ("hard pan").

(2)

1. La presencia de árboles favorecen un mejor drenaje y reduce el encharcamiento.

- La presencia de árboles permite aprovechar pendientes susceptibles a erosionarse.
- El manejo de la cobertura arbórea, puede ser una herramienta para controlar
- mejor los procesos fenológicos des los cultivos asociados.

Desventajas

- Los árboles compiten por y pueden perjudicar los cultivos alimenticios y plantas forrajeras, tanto en calidad como en cantidad.
- Los árboles compiten por espacio radicular y aéreo.
- Los árboles compiten por nutrientes y los hacen inaccesibles a los cultivos o plantas forrajeras cuando los almacenan en sus troncos.
- Los árboles compiten por agua del suelo, particularmente si hay periodos fuertes de sequia o cuando conservan sus hojas en periodos (aun breves) de sequia.
- Los árboles retienen parte de la lluvia en sus copas.
- La cosecha de los árboles puede causar daños a los cultivos.
- Las gotas de agua que se forman y caen desde las copas de los árboles pueden causar daño a los cultivos.

3.1.3 Sistema Taungya

El sistema Taungya consiste en el establecimiento de cultivos agrícolas durante el desarrollo de los primeros años de una plantación forestal (2).

La palabra Taungya es originario de Birmania, que se traduce literalmente como un lote cultivado en una colina, “Taung” significa colina y “Ya” lote cultivado (2).

El sistema Taungya se creó para transformar gradualmente la agricultura migratoria en una economía basada sobre las plantaciones forestales de rápido crecimiento ya sea para reconstruir los bosques deteriorados o considerados de naturaleza muy heterogénea (2,15).

El mejoramiento de las prácticas de cultivo aumenta la producción de los cultivos, los cultivos arbóreos se benefician también de la fertilización. En general, la intensificación de las prácticas del sistema Taungya produce beneficios tanto a los

agricultores como a los servicios forestales, en 1990 el sistema Taungya se aplicaba en el 75 por ciento de la superficie de Java (15).

Según Verduzco (32,33) el sistema Taungya consiste en lo siguiente:

- Se delimita una aérea de terreno.
- Se procede al aprovechamiento de todas las especies que produzcan maderas aserradas, labradas, u otras especies que sirvan de materia prima a la industria.
- Después de la operación anterior, se procede a un segundo aprovechamiento que consiste en la obtención de leña y carbón, proveniente de las especies forestales que no tienen valor comercial.
- Se realiza el desmonte y quema de la vegetación remanente.
- En la época apropiada se procede a sembrar el cultivo y a plantar o sembrar la especie forestal elegida.
- El mantenimiento del cultivo desde la siembra hasta la cosecha, permite atender a su vez a la especie forestal.
- Se continúa con la siembra de cultivos durante el segundo y tercer año, siempre que la plantación forestal permita el establecimiento de los mismos.
- Luego se libera la plantación y se procede a realizar una serie de actividades silvícolas, consistentes en aclareos sucesivos, podas y protección contra enemigos destructores.

3.1.4 Condiciones para su aplicación

El sistema es aplicable donde el recurso suelo es limitado y la producción de alimentos y madera debe obtenerse en un periodo corto de tiempo (9,11).

El establecimiento de la plantación forestal debe coincidir con la época de inicio de las lluvias de la región con el objeto de que la planta resista el cambio del vivero al campo definitivo (2).

En el sistema los árboles pueden ser plantados:

Antes de la siembra del cultivo agrícola, en el mismo momento, o posteriormente (2).

3.1.5 Sistema de plantación

Las plantaciones de árboles forestales pueden establecerse bajo el sistema Taungya, por los métodos siguientes (20).

- Por medio de plantas con las raíces envueltas en un bloque de tierra, llamadas en pilón.
- Por medio de plantas con raíz desnuda.
- Plantas con raíz y tallo recortado en forma de toconcitos o pseudoestacas.
- Por siembra directa de especies maderables en los surcos de los cultivos agrícolas.

3.1.6 Características de las especies forestales

Las especies de árboles que sean utilizadas deben elegirse preferentemente entre las que poseen características silvícolas que les permita competir con los cultivos, debiendo tener las siguientes características (2,20).

- Exigentes en luz y crecimiento rápido de tal forma que puedan sobrepasar a los cultivos.
- El sistema radicular no debe ser superficial a fin de evitar la competencia por nutrientes y agua con los cultivos, así como minimizar el daño a las raíces durante las labores de limpia.
- Deben tener capacidad de soportar periodos cortos de competencia respecto a luz, agua y nutrientes.

3.1.7 Características de los cultivos

Los cultivos agrícolas a elegir deben poseer las siguientes características: (2,20).

- Que proporcione poca sombra.
- Que no sean trepadoras, a menos que los agricultores coloquen varas de soporte.

- Que las necesidades de nutrientes no deben agotarse con rapidez del suelo.
- Si poseen rizomas, no deben extenderse con rapidez.
- Que el periodo de germinación y la producción no sean largos, de tal forma que resulte prolongada la competencia que se entable con los arboles.
- Que no sean hospederos de insectos o enfermedades que ataquen a los arboles.

De ser posible los cultivos deben poseer ciertas cualidades ventajosas para la masa forestal en cuanto el mejoramiento del suelo, especialmente mediante la fijación nitrógeno y el agua (21).

3.1.8 Comparación del sistema Taungya con el sistema común de reforestación

Aguirre (2). Propone los siguientes factores, sus ventajas y desventajas, en cada uno de los sistemas a comparar.

Cuadro 1: Comparación del sistema Taungya con el sistema común de reforestación.

FACTOR	CON TAUNGYA	SIN TAUNGYA
Erosión al inicio de la plantación.	Al remover completamente toda la cubierta vegetal de un lote y al hacer las limpias entre los surcos de la plantación, para el beneficio de los cultivos agrícolas; el terreno queda expuesto a la lluvia, que puede provocar una pérdida acelerada del suelo por la erosión en terrenos principalmente con declive.	La eliminación de la vegetación de un lote, puede ser parcial y adaptarse a la clase de terreno para evitar la erosión. Se puede realizar en la época más adecuada. Las limpias se pueden hacer en las hileras de la plantación, derivado el resto de la vegetación herbácea.
Competencia de los cultivos agrícolas con plantación forestal	Los cultivos agrícolas pueden competir con el establecimiento de la plantación. En agua, luz, nutrientes espacio radicular.	Los arbolitos crecen libres de competencia de cultivos agrícolas, no así de malezas.

Uso de la tierra	En los primeros años hay un uso completo de la tierra, elevándose la producción total por unidad de superficie.	En los primeros años existe un uso incompleto de la tierra, no existiendo producción.
Posibilidades de aplicación	Se aplica cuando existe una fuerte demanda de tierra para agricultura y cuando la tierra disponible para reforestación permite la explotación agrícola y forestal.	Se aplica en cualquier clase de terreno que llene los objetivos de reforestación; incluyendo terrenos donde la siembra de cultivos agrícolas resulta incosteable económicamente.
Implicaciones sociales	En lugares donde se cultivan terrenos cuya vocación es netamente forestal, el sistema contribuye como elemento social, ya que los agricultores continúan sembrando sus cultivos tradicionales y se genera una fuente de trabajo en las plantaciones.	Al establecer las plantaciones en terrenos que se han cultivado en forma tradicional, se tiene el problema de que los agricultores no lo aceptan, ya que tienen que resolver el problema del suministro alimentos, por parte los cultivos tradicionales a que se dedican.
Economía en el establecimiento de plantaciones	Se logra la formación de las plantaciones forestales a un precio muy bajo, ya que el suelo se trabaja libre de gastos durante el periodo de inicio.	La inversión inicial es elevada, ya que hay que costear, el establecimiento de la plantación.
Economía en las limpiezas en la protección de las plantaciones	Los agricultores al efectuar las limpiezas de los cultivos agrícolas, logran la eliminación de las malezas de la plantación; así mismo protegen la misma, contra daños del ganado y animales silvestres.	Las limpiezas de la plantación deben pagarse, y no permite hacerse en periodos cortos e intensamente, ya que los gastos son elevados. La protección de la plantación contra daños del ganado y animales silvestres en un gasto adicional.
Control de las actividades	La responsabilidad de la plantación es del agricultor, asegurando así la formación de la misma.	La responsabilidad de la plantación es a cargo de personal específico.

Fuente: Aguirre, A. (2)

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 Descripción de las especies Utilizadas

4.1.1 Grevilla robusta

Nombre botánico: Grevilla robusta A. Cunn

Nombres comunes: Silk oak, Silvesr oak, roble de seda, gavilea.

Familia: Proteaceae

Cualidades principales

Cultivada en plantaciones para madera este árbol es muy valioso, pero si se cultiva con poco espaciamiento o en situación no forestal puede también ser valioso para leña es necesario que se realicen ensayos con este propósito.

Para ser un árbol tan grande crece rápido y tiene mucho éxito en un amplio rango de condiciones climáticas y edáficas. (7,19)

Descripción

Gravillea robusta es un árbol australiano que alcanza 35 metros de altura, tiene forma muy atractiva, es elegante y ornamental con densos racimos de flores amarillas doradas y un follaje finamente aserrado.

Es caducifololio por un breve periodo, al final del invierno; algunas veces las hojas van cayendo. Sus hojas se asemejan a grandes frondas des helechos, son verdes en la cara superior y plateadas en el envés, cubierta con una pelusa gris asedada. (7,19)

Distribución

Grevillea robusta es nativa de las áreas costeras subtropicales de Nueva Gales del Sur y Queensland y ha sido cultivada con éxito para sombra o madera en climas semiáridos, templados, subtropicales en India, Sri Lanka, Kenia, Mauricio, Zambia, Zimbabwe, Tanzania, Uganda, Sudáfrica, Hawái y Jamaica. (7,19)

Uso para Leña

La madera es resistente, elástica y moderadamente densa (peso específico 0.57). En Sri Lanka se usa para leña, el árbol no rebrota bien de cepa pero puede rebrotar cuando se corta la copa del árbol y también se reproduce fácilmente por semilla.

Rendimiento. (7,19)

Este árbol es de rápido crecimiento y puede alcanzar una altura de 20 metros en 15 a 20 años, en sitios con condiciones edáficas y climáticas favorables. En buenos sitios el crecimiento medio inicial en altura es de 2 metros por año. De Tanzania se obtuvieron los siguientes datos sobre rendimiento en una plantación de 14 años para madera de aserrío, altura media dominante de 19 metros, circunferencia media de 80 cm y 217 metros cúbicos/ha de volumen total, incluyendo raleos.

Otros Usos

Madera: El duramen color rosa pálido o castaño se asemeja al del roble. Tiene bonita veta, es fuerte, durable y excelente para ebanistería. La madera también se usa en la fabricación de durmientes de ferrocarril, paneles de madera contrachapada, cajas para carga aérea y muebles, así como para torneado y fabricación de parquet. En varios países se considera que la madera tiene potencial económico para exportación. (7,19)

Ornamentación: Debido a su altura, atractiva forma y bellas flores, se utilizan para ornamentación de calles.

Miel: Las flores amarillas doradas atraen a las abejas, lo que la convierte en una importante planta productora de néctar para miel.

Sombra: Se utiliza para proporcionar sombra liviana a las plantaciones de café y té.

Requerimientos Ecológicos

Temperatura: Prefiere temperaturas cálidas, de templadas a subtropicales, con una temperatura media anual alrededor de 20 grados centígrados. Las plantas adultas pueden soportar una ligera helada ocasional (-10C), pero las plantas jóvenes son sensibles a las heladas. (7,19)

Altitud: Crece en un amplio rango de altitudes desde el nivel del mar hasta 2300 metros. (7,19)

Precipitación: La precipitación anual en su hábitat natural es de 700 a más de 1500 mm, la mayor parte de la misma ocurre en el verano. Sin embargo, la especie ha sido introducida en muchas áreas con una precipitación de solo 400 a 600 mm y 6 a 8 meses secos. Además puede crecer en áreas que reciben hasta 2500 mm de precipitación anual. (7,19)

Suelo: Crece bien en muchos tipos de suelos, incluyendo suelos arenosos, francos, de mediana fertilidad y asidos. Prefieren suelos profundos ya que su sistema radicular tiende a ser profundo. No toleran la saturación de agua es el suelo. (7,19)

Establecimiento

Esta especie se propaga con facilidad por la gran cantidad de semillas que producen (aunque las semillas no se recolecten con facilidad, debido a la dimensión de los árboles) desde los 10 años de edad. Se regenera en forma natural. En condiciones normales de almacenamiento las semillas solo permanecen viables durante pocos meses después de recolectar, pero las semillas que se secan y se almacenan en refrigeración se han preservado hasta por un periodo de 2 años. El cultivo normal en plantaciones se efectúa trasplantando las plantas del vivero cuando alcanzan una altura cerca de 0.6 metros las estacas también se utilizan con éxito. (7,19)

Plagas y Enfermedades

De muchos países se ha informado que el árbol muere o detiene su crecimiento aproximadamente a los 20 años especialmente en sitios secos. En Puerto Rico los árboles han sido infestados por cochinilla. (7,19)

Limitaciones

El árbol se disemina con tal facilidad que puede crecer en forma controlada.

Según Barrera G. LE. En Hawái, donde se introdujo en 1870, está clasificada como una plaga ya que crece sin control y su sombra elimina algunos buenos pastos de forraje.

Está siendo erradicado mediante el uso de herbicidas.

Las ramas son quebradizas por lo que pueden ser dañadas por los vientos fuertes. (7,19)

4.1.2 Eucalyptus Citriodora.

Nombre botánico: Eucalyptus citriodora Hook.

Nombres comunes: Spotteded gum, lemon-scented gum.

Familia: Myrtaceae. (7,19)

Cualidades principales

Esta especie adaptable se cultiva cada vez más debido a su rápido crecimiento, excelente forma del fuste y buena calidad de madera. Varios híbridos entre Eucalyptus citriodora y otras especies de Eucalyptus se han probado con buen resultado y ameritan ser consideradas para plantaciones de leña. Por ejemplo, el híbrido obtenido con Eucalyptus torelliana ha demostrado ser considerada promesa en Nigeria. (7,19)

Descripción

Eucalyptus citrodora es un árbol de buen porte, con corteza blanca, roja o azul tenue. Alcanza 45 m de altura, tiene un tronco blanco y recto cuyo diámetro mide alrededor de 1.3 metros y una copa abierta, elegante, de follaje angosto y pendular. (7,19)

Distribución

Eucalyptus citriodora ocurre en forma natural solamente en dos lugares: Las costas centrales y las costas norteñas de Queensland, en Australia. Sin embargo, se ha adaptado al cultivo en varios países que tienen muy diferentes climas y tipos de suelo. Se han obtenido buenos resultados en Portugal y en muchas partes de África, también en Brasil, India y Hawái. (7,19)

Uso para leña

Eucalyptus citriodora se han usado para leña en Austria durante largo tiempo. La madera dura y pesada (peso específico 0.75-1.1) arde en forma constante.

El carbón tiene un contenido de ceniza de 1 a 2 por ciento. Esta es la principal especie utilizada en Brasil para producir el carbón que se usa en la industria del acero.

Rendimiento

Es una especie de rápido crecimiento, que típicamente tiene un incremento en altura de 3 metros por año durante los primeros años y crece aún más rápido en los mejores sitios. Algunas plantaciones en Tanzania produjeron 15 metros cúbicos/ha por año, cosechadas en rotaciones de rebrote de 8 años.

Otros usos (7,19)

Madera: La madera es muy pesada, fuerte y resistente y al secarse la contracción es relativamente baja por su densidad. Es una madera de aserrío de primera calidad y se usa para construcción general, postes, traviesas de ferrocarril y otros propósitos. (7,19)

Perfume: Las hojas de *Eucalyptus citriodora* es favorita de los que producen perfumes ya que produce un aceite con aroma a limón, rico en citronela, que se usa en la industria de perfumes. (7,19)

Miel: En Kenia, *Eucalyptus citriodora* es favorable y favorita de los apicultores debido a la calidad y gran cantidad de miel que producen las abejas que se alimentan del néctar de sus flores. (7,19)

Requerimientos Ecológicos

Temperatura: El clima de Queensland, Austria que es hábitat natural, varía entre tropical y subtropical los árboles soportan altas temperaturas (media mensual máxima entre 29 y 35 grados centígrados) y heladas ligeras. Sin embargo, las plántulas son delicadas y sensibles a las heladas. (7,19)

Altitud: El su hábitat natural, Queensland, Austria la especie ocurre desde el nivel del mar hasta 900 metros sobre el nivel del mar, pero en Sri Lanka se ha plantado a altitudes de 2000 metros. En Hawái crece desde el nivel del mar hasta cerca de los 500 metros otras especies de eucalyptus crecen mejor en tierras altas.

Precipitación Pluvial: En su hábitat nativo tolera de 5 a 7 meses de sequía. La precipitación mínima requerida es de 600 mm por año, pero para lograr mejor crecimiento es preferible una precipitación mayor de 900 mm. (7,19)

Suelos: En su hábitat nativo este árbol ocurre en terrenos ondulados, donde los suelos son generalmente pobres y pedregosos, incluyendo podzoles residuales de origen laterítico y arcillas infértiles.

Parece tener preferencia por los suelos bien drenados. (7,19)

Establecimiento

La mayoría de los reforestados y reforestadores producen las plántulas en el vivero para trasplantarla luego, pero en Zimbabwe la semilla se ha sembrado con éxito en las cenizas de un terreno recientemente quemado. (7,19)

Capacidad para competir con malezas

La mayoría de los árboles jóvenes necesitan protección, las plántulas en el vivero de 0.3 a 0.5 metros de altura en Hawái han suprimido casi toda competencia.

Plagas y enfermedades

No se han reportado.

Limitaciones

En Australia, no produce buenas cosechas de semilla en forma regular, por lo tanto, algunas veces es relativamente difícil conseguir las plantas para reforestación.

Debido a que tiene ramas largas y quebradizas, no se recomienda plantar esta especie en áreas urbanas o cerca de viviendas, donde los árboles se dejarían crecer mucho.

4.1.3 Eucalyptus maculata.

Nombre botánico: Eucalyptus maculata Hook. F.

Nombre común: Spotted gum.

Familia: Myrtaceae. (1)

Cualidades principales.

Es un árbol atractivo es la especie dominante sobre la antigua cicadal *Macrozamia* en el sotobosque, constituye uno de los bosques más hermosos de Australia. Altura del árbol en Australia es de 35-45 metros, con tallo derecho y copa ancha. (1)

Distribución.

Eucalyptus maculata ocurre en forma natural en dos lugares: Las costas centrales y las costas norteñas de Queensland, en Australia. Sin embargo, se ha adaptado al cultivo en varios países que tienen muy diferentes climas y tipos de suelos. Se han obtenido buenos resultados en Sudáfrica, Colombia y Brasil.

Uso para leña. (1)

Eucalyptus maculata se han usado para leña en Australia durante largo tiempo. La madera dura y pesada arde en forma constante.

Rendimiento.

Es una especie de rápido crecimiento, que típicamente tiene un incremento en altura de 3 metros por año durante los primeros años y crece aún más rápido en los mejores sitios.

Otros usos.

Madera: La madera es muy pesada, fuerte y resistente y al secarse la contracción es relativamente baja por su densidad. Es una madera de aserrío de primera calidad y se usa para construcción general, postes, traviesas de ferrocarril y otros propósitos. (1)

Miel: En Kenia, Eucalyptus maculata es favorable y favorita de los apicultores debido a la calidad y gran cantidad de miel que producen las abejas que se alimentan del néctar de sus flores. (1)

Requerimientos Ecológicos.

Temperatura: El clima de Queensland, Australia que es hábitat natural, varia entre tropical y subtropical los árboles soportan altas temperaturas (media mensual máxima entre 22 y 35 grados centígrados) y heladas ligeras.

Altitud: En su hábitat natural, Queensland, Australia la especie ocurre desde el nivel del mar hasta 800 metros sobre el nivel del mar. En Hawái crece desde el nivel del mar hasta cerca de los 500 metros.

Precipitación pluvial: En su hábitat nativo tolera de 5 a 7 meses de sequía. La precipitación mínima requerida es de 600 mm por año, pero para lograr mejor crecimiento es preferible una precipitación mayor de 900 mm.

Suelos: En su hábitat nativo este árbol ocurre en terrenos ondulados, donde los suelos son generalmente pobres y pedregosos, incluyendo residuales de origen laterítico y arcillas infértiles.

Establecimiento.

La mayoría de los reforestados y reforestadores producen las plántulas en el vivero para trasplantarla luego, pero en Zimbabwe la semilla se ha sembrado con éxito en las cenizas de un terreno recientemente quemado.

Capacidad para competir con malezas.

La mayoría de los árboles jóvenes necesitan protección, las plántulas en el vivero de 0.3 a 0.5 metros de altura en Hawái han suprimido casi toda competencia.

Plagas y enfermedades.

No se han reportado. (1)

Limitaciones.

En Australia, no produce buenas cosechas de semilla en forma regular, por lo tanto, algunas veces es relativamente difícil conseguir las plantas para reforestación.

Debido a que tiene ramas largas y quebradizas, no se recomienda plantar esta especie en áreas urbanas o cerca de viviendas, donde los árboles se dejarían crecer mucho. (1)

4.1.4 Alnus arguta

Nombre botánico: *Alnus arguta* O. Ktze.

Sinónimo: *Alnus jorullensis* H. B. K.

Nombre común: ILamo, aliso

Familia: Betulaceae (7,19)

Cualidades principales

Alnus arguta es un árbol de rápido crecimiento, cuya madera arde bien. Crece bien en laderas montañosas muy inclinadas y, debido a que fijan el nitrógeno del aire, sirve para reforestación y recuperación de suelos desnudos. Puede resultar una buena especie para producir leña.

Descripción

Este árbol, cuya altura fluctúa entre los 15 y 30 metros en condiciones naturales, puede alcanzar 40 metros en plantaciones tiene un amplio sistema radicular extendido cercano a la superficie del suelo. Su corteza es de color gris claro, a veces plateado, tiene conos lignificados y amentos de floración con flores masculinas y femeninas las semillas son aisladas y se esparcen fácilmente con el viento.

Distribución

Alnus arguta es nativo de América Central y América del Sur. Se encuentran generalmente a una altitud entre mediana y alta, en laderas y al lado de quebradas, caminos y ríos en las montañas y cordilleras que se extienden desde México hasta Argentina. Se cultiva extensivamente en plantaciones a lo largo de la cordillera central de Costa Rica, Colombia, Bolivia y Perú.

Se ha introducido con éxito en el sur de Chile y en Nueva Zelandia.

Uso para leña

La madera de *Alnus aguta* tiene un peso específico de 0.5 a 0.6. Arde muy bien en forma pareja y ha sido utilizado para leña en su región nativa desde mucho tiempo.

En Costa Rica se considera demasiado buena para leña aunque se podan las ramas para leña y también se utiliza como combustible la madera que se cosecha de la parte superior del árbol. Sus principales usos son para aserrío, embalaje, construcción y ebanistería. Los árboles rebrotan en forma natural, pero se desconoce si los cultivos pueden reproducirse sistemáticamente por este método.

(7,19)

Rendimientos

Es una especie de rápido crecimiento; en plantaciones puede alcanzar 25 m de altura (con 20 cm de diámetro) en 10 años. En Costa Rica, árboles de 11 años de edad comúnmente alcanza como promedio 38 cm de diámetro y 16 m de altura, en rotaciones de alrededor de 20 años el rendimiento anual de madera para leña y uso industrial es de 10 a 15 metros cúbicos/ha.

Otros usos

Madera: La especie produce una madera de fibra recta y fina textura, de color entre marrón claro y castaño, con superficie lustrosa y sin color. Se emplea con frecuencia en puentes y pilotes, ebanistería, ataúdes, embalaje y fabricación de madera contrachapada.

Protección de cuencas (7,19)

Debido a que crece muy bien en laderas y a que su sistema radicular tiende a ser lateral y extendido, en vez de profundo y poco amplio, es muy útil para controlar la erosión en suelos muy inclinados es inestables.

Mejoramiento del suelo: A pesar de no ser leguminosa las especies del género *Alnus* tiene nódulos en las raíces y fijan el nitrógeno del aire, lo que les permite mejorar la fertilidad del suelo y beneficiar aquellos cultivos que crecen junto a ellos.

Grupos de nódulos color amarillos claro ocurren en las raíces de las plántulas a la temprana edad de 2 meses. (7,19)

Requerimientos ecológicos

Temperatura: Ocurre donde el rango de temperatura media es de 4 a 27 grados centígrados.

Puede soportar temperaturas que bajan temporalmente de 0 grados.

Altitud: Esta especie se encuentra en los flancos húmedos de las montañas, entre 1200 y 3200 metros. En los valles tiene que ser protegido contra los vientos secos fríos para prevenir un desarrollo pobre. (7,19)

Precipitación: En su hábitat natural se encuentra junto a caminos, quebradas y arroyuelos, donde haya luz y humedad adecuadas. La precipitación anual total en estas áreas es de 1000 a 3000 mm o mayor.

Suelos: Generalmente se encuentra en suelos profundos bien drenados, limosos o limo-arenoso de origen aluvial. (7,19)

Plagas y enfermedades

La planta está casi libre de enfermedades. Pero algunas veces sus hojas se ven atacadas por insectos y es susceptible a hongos del suelo, especialmente cuando crece en suelos con alto contenido de materia orgánica. (7,19)

Limitaciones:

Las semillas se pueden recolectar (en América del Sur), en febrero, marzo y agosto, pero deben sembrarse rápidamente para que no pierdan su viabilidad. (7,19)

4.2 Elección del cultivo de asocio

Para seleccionar el cultivo que se instalo en el ensaño, se tomó en cuenta los cultivos que en forma tradicional se cultivan en el área, como lo son maíz y frijol.

(Autor)

4.3. Descripción del área de estudio

El sitio de trabajo se ubica en la finca municipal Florencia, jurisdicción de Santa Lucia Milpas Altas del departamento de Sacatepéquez. Sus límites son los siguientes:

- Al Norte: Santa Lucia Milpas Altas
- Al Sur: Magdalena Milpas Altas
- Al Este: Santo Tomás Milpas Altas (aldea de Santa Lucia M. A.)
- Al Oeste: San Miguel Milpas Altas (aldea de Magdalena M. A.) y la Finca Cruz de Monjas

Dista 6 km. de la ciudad de Antigua Guatemala, con acceso por carretera asfaltada. (31)

El terreno de ensayo está situado sobre el límite sur de la finca, ocupando una superficie de 2500 metros cuadrados, de forma irregular presentando un relieve topográfico levemente inclinado. Las áreas aledañas están cultivadas con maíz y en la parte alta colinda con bosque natural de Pinus sp y Quercus sp.

4.4 Climatología

- a. Precipitación: Precipitación medio anual mm distribuido en los meses de mayo a octubre. (17).
- b. Temperatura: Temperatura media anual 19 °C (27).
- c. Humedad Relativa: Humedad relativa (promedio Anual) 77% (27).
- d. Vientos: Los vientos soplan con una velocidad de 4.15 km/hr.(27).

4.5 Suelos

Según la clasificación de suelos de Guatemala de Ch. Simmons, J. M. Tárano y J. H. Pinto, pertenecen a la serie de suelos Cuauqué. Los suelos Cauqué son profundos, bien drenados, desarrollados en un clima húmedo-seco sobre ceniza volcánica pomácea firme y gruesa.

4.6 Zona de Vida

Según el mapa de zonas de vida, (24) a nivel de reconocimiento de la república de Guatemala, escala 1: 600,000; publicado por el Instituto Nacional Forestal, la finca municipal Florencia se encuentra dentro de la zona de vida: Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical.

5. OBJETIVOS

5.1 General

Contribuir con la conservación del medio ambiente y a contrarrestar la eliminación desmedida de los bosques, proponiendo alternativas que se adapte a la realidad de pequeños productores y puedan ser funcionales.

5.2 Especifico

Evaluar el comportamiento inicial en altura, diámetro basal y diámetro de copa de gravilea, aliso y 2 especies de eucalipto en un sistema de cultivo intercalado de frijol.

6. METODOLOGIA

El período experimental se inició con el establecimiento de la plantación el 1 de julio del 2004; y se concluyó con la última medición registrada el 2 de diciembre del 2004.

En el mes de agosto del año 2004 se sembró el cultivo agrícola, cosechándose en el mes de diciembre del año 2004.

Las plántulas que se utilizaron en el ensayo se obtuvieron del vivero forestal de la finca Florencia.

6.1 Diseño del Experimento

Los tratamientos que se incluyeron son los siguientes:

A1: Eucalipto citriodora intercalado con frijol.

A2: Eucalipto maculata intercalado con frijol.

A3: Grevillea robusta intercalado con frijol.

A4: Alnus arguta intercalado con frijol.

A5: Eucalipto citriodora sin intercalar.

A6: Eucalipto citrodora sin intercalar.

A7: Grevillea robusta sin intercalar.

A8: Alnus arguta sin intercalar.

El diseño utilizado fue el de bloques al azar con 8 tratamientos provenientes de un factorial 2x4 y 4 repeticiones.

Para definir el tamaño de las parcelas, se tomó en consideración el número de plantas forestales que tendría cada parcela, de acuerdo a las distancias de siembra utilizadas y a la facilidad de realizar las labores culturales.

Cada unidad experimental o parcela con un área de 64 metros cuadrados, con un ancho entre cada bloque de un metro. El área efectiva total es de 2304 metros en cuatro bloques.

La disposición de las parcelas puede observarse en la figura 1, en el cuadro 1 se presenta la lista de tratamientos.

6.2 Manejo del ensayo

6.2.1 Trazo

El trazo se efectuó el 20 y 21 de junio del 2004 se principio midiendo con la cinta métrica el ancho y largo del terreno, para determinar el número de bloques que se instalarían en cada porción del terreno, logrando así una adecuada ubicación de cada bloque.

6.2.2 Preparación del suelo previo a plantar las especies forestales

La preparación del suelo se inició con un picado general con azadón a una profundidad de 15 cms, luego se procedió a desmenuzar terrones con el objeto de permitir una aeración para favorecer el drenaje del mismo.

6.2.3 Plantación de las especies forestales

El trasplante se efectuó del 28 al 1 de julio, para el efecto se hicieron agujeros de un diámetro des 10 cms y de 20 cms de profundidad. Las especies forestales se plantaron a una distancia de 2 mts por lado.

6.2.4 Preparación del suelo para la siembra del frijol

Después de plantadas las especies forestales y previo a la siembra del cultivo, se efectuó un nuevo picado y volteado del suelo con azadón esta labor se realizó con el objeto de proporcionarle al cultivo una cama suave.

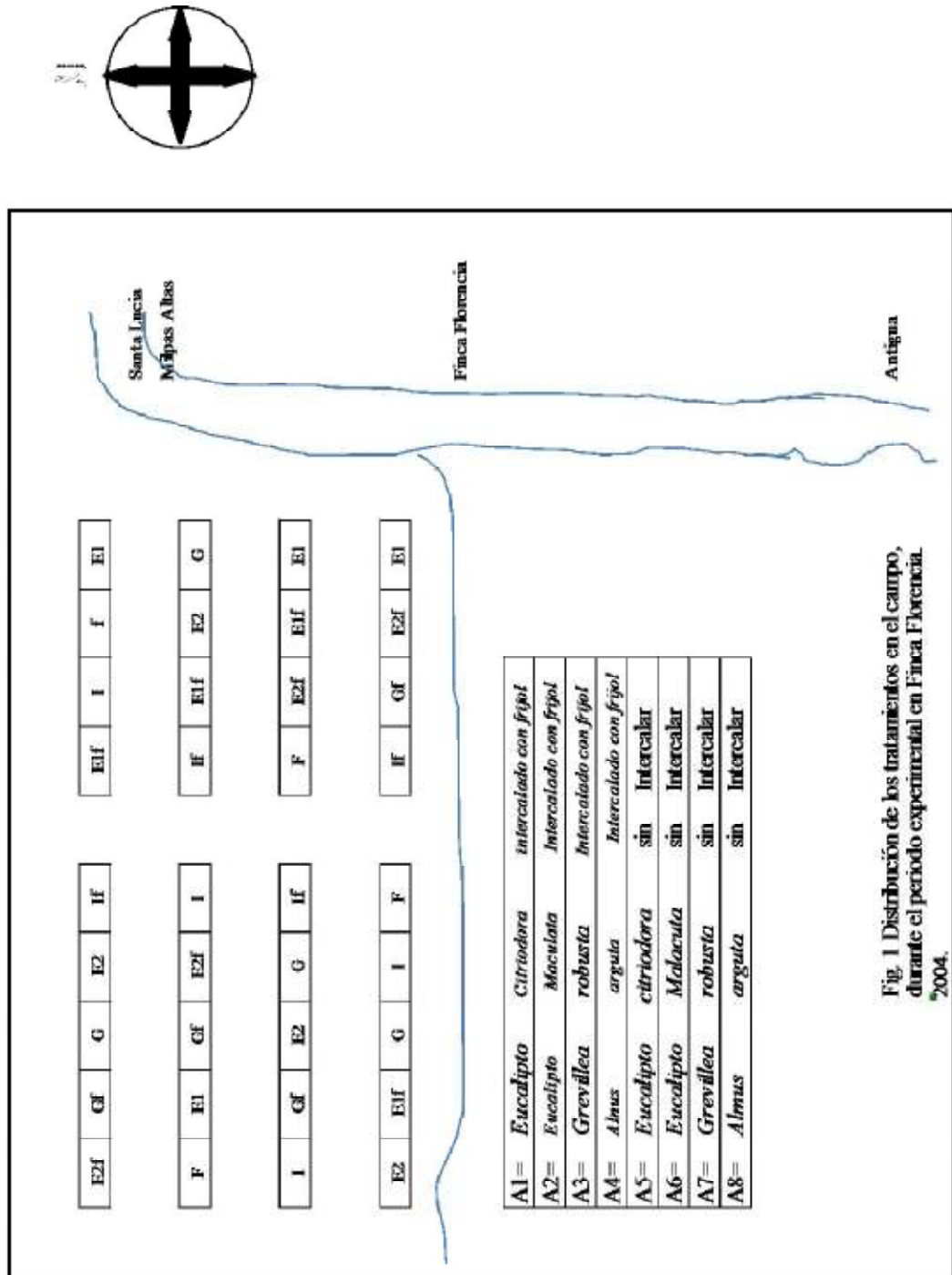


Fig. 1 Distribución de los tratamientos en el campo, durante el periodo experimental en Finca Florencia, 2004.

6.2.5 Siembra del frijol

Se inició con el trazo de surcos a nivel, como práctica de conservación para proteger al suelo de la erosión producida por el agua.

La siembra del frijol se realizó de acuerdo a la manera tradicional de los agricultores de la región y la semilla que se utilizó fue procedente de la región.

6.2.6 Toma de Datos de especies forestales

Altura

Después del trasplante se procedió a medir la altura de cada planta, en cada parcela. La altura se midió con una regla graduada en cms, midiendo únicamente las plantas que se encontraban en la parcela neta.

La altura se midió desde el cuello de la planta en el suelo, hasta el extremo superior de mayor número de acículas. Con este parámetro se pudo determinar el crecimiento primario. Seguidamente se siguieron tomando lecturas de altura, dejando 3 meses entre cada una.

Diámetro del poste

Las mediciones se hicieron en el cuello de cada planta es decir a ras del suelo.

Diámetro de copa.

Este diámetro se midió con una regla graduada en cms. En cada planta se tomaron dos diámetros, uno en la sección más ancha y otro en la sección pequeña, obteniendo al final un diámetro promedio.

Supervivencia

Para determinar el índice de viabilidad, se efectuó un conteo de las plantas de las diferentes especies forestales que no sobrevivieron en el campo definitivo en cada parcela.

Seguidamente se determinó el porcentaje de plantas que sobrevivieron durante los primeros meses después del trasplante.

6.3 Estimación de costos

Los costos de producción se obtuvieron desde el trazo de la plantación, hasta el establecimiento de la misma.

6.4 Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza para las variables dasonométricas: altura, diámetro basal y diámetro de copa; luego se hizo la prueba de diferencia de medias por medio de Tukey.

6.5. Modelo Estadístico

El modelo estadístico aplicado en el análisis de varianza es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \Phi_k + \beta\Phi_{jk} + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde: Y_{ijkl} es la característica de las especies forestales en estudio.

μ es el promedio general de esa característica

α_i es el efecto de los bloques

β_j es el efecto producido por la especie forestal

Φ_k es el efecto producido por el frijol como cultivo intercalado

$\beta\Phi_{jk}$ es la interacción entre la especie forestal y el cultivo asociado y

ε_{ijk} es el error experimental asociado a cada una de las mediciones.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Especies forestales

7.1.1 Crecimiento en altura.

Según el cuadro 2, donde se presenta el análisis de varianza para el crecimiento, no se produjo diferencias significativas entre los tratamientos, lo cual significa que intercalar frijol como cultivo limpio entre la plantación de estas especies forestales no produce efectos adversos en el crecimiento en altura.

Cuadro 2: Análisis de varianza para el crecimiento en altura (cm), de las especies forestales, en Finca Florencia 2004.

Fv	Gl	Sc	CM	F	F _{0.05}
Bloque	3	1143.8	381		
Tratamiento	7	954.7	136	2.28	2.49
Error	21	1249.9	59.5		
Total	31	824.05			

En el cuadro 3 se presentan los promedios en altura para cada uno de los tratamientos, con valores que van de 40.30 cm, para *Eucalipto citriodora* hasta 66.41 cm, para *Alnus arguta*, estos promedios corresponden a la altura obtenida en seis meses que duró el experimento.

Cuadro 3: Altura promedio en centímetros por parcela de todos los tratamientos. en Finca Florencia 2004.

Intercalado con frijol	Especie forestal	Altura
SI	<i>Eucalipto citriodora</i>	40.30
	<i>Eucalipto maculata</i>	59.00
	<i>Gravillea robusta</i>	48.72
	<i>Alnus arguta</i>	66.41
NO	<i>Eucalipto citriodora</i>	55.00
	<i>Eucalipto maculata</i>	64.24
	<i>Gravillea robusta</i>	48.33
	<i>Alnus arguta</i>	56.47

7.1.2 Crecimiento en diámetro basal

Según el cuadro 4, donde se presenta el análisis de varianza para el crecimiento en diámetro basal no se produjo diferencias significativas entre los tratamientos, lo cual significa que intercalar frijol como cultivo limpio entre la plantación de estas especies forestales no produce efectos adversos en el crecimiento del diámetro basal.

Cuadro 4: Análisis de varianza para el diámetro promedio basal (cm), de las especies forestales, en Finca Florencia 2004.

Fv	Gl	Sc	CM	F	F _{0.05}
Bloque	3	4.64	1.546		
Tratamiento	7	4.40	0.6286	1.33	2.49
Error	21	8.438	0.4072		
Total	31	0.6088			

En el cuadro 5 se presentan los promedios en diámetro basal para cada uno de los tratamientos, con valores que van de 0.34 cm, para *Eucalipto maculata* hasta 0.54 cm, para *Alnus arguta*, estos promedios corresponden al diámetro obtenido en seis meses que duró el experimento.

Cuadro 5: Diámetro promedio basal en centímetros por parcela de cada tratamiento, en Finca Florencia 2004.

Intercalado con frijol	Especie forestal	Diámetro basal
SI	<i>Eucalipto citriodora</i>	0.40
	<i>Eucalipto maculata</i>	0.34
	<i>Gravillea robusta</i>	0.51
	<i>Alnus arguta</i>	0.54
NO	<i>Eucalipto citriodora</i>	0.34
	<i>Eucalipto maculata</i>	0.39
	<i>Gravillea robusta</i>	0.49
	<i>Alnus arguta</i>	0.51

7.1.3 Diámetro de copa

Según el cuadro 6, donde se presenta el análisis de varianza para el crecimiento en diámetro de copa si se produjo diferencias significativas entre los tratamientos, lo cual significa que presentan un obstáculo al intercalar frijol como cultivo limpio en algún momento determinado en la plantación de estas especies forestales.

Cuadro 6: Análisis de varianza para el crecimiento en diámetro de copa (cm), de las especies forestales, en Finca Florencia 2004.

Fv	Gl	Sc	CM	F	F _{0.05}
Bloque	3	87.25	29.08		
Tratamiento	7	397.5	56.78	3.52	2.49
Error	21	338.75	16.13		
Total	31	823.05			

En el cuadro 7 se presentan los promedios en diámetro de copa para cada uno de los tratamientos, con valores que van de 27.50 cm, para *Eucalipto maculata* hasta 39.19 cm, para *Gravillea robusta*, estos promedios corresponden al diámetro obtenido en seis meses que duró el experimento.

Cuadro 7: Promedio de diámetro de copa en centímetros por parcela de cada tratamiento, en Finca Florencia 2004.

Intercalado con frijol	Especie forestal	Diámetro de copa
SI	Eucalipto citriodora	30.50
	Eucalipto maculata	27.50
	Gravillea robusta	36.50
	Alnus arguta	33.50
NO	Eucalipto citriodora	31.00
	Eucalipto maculata	31.00
	Gravillea robusta	39.19
	Alnus arguta	30.19

Se realizó la prueba de tukey que a continuación se presentan los datos y su interpretación ya que presenta diferencia significativa en el diámetro de copa.

Cuadro 8: Construcción de la matriz de diferencias de medias de diámetro de copa, en Finca Florencia 2004.

		T7	T3	T4	T6	T5	T1	T8	T2
		39.50	36.50	33.50	31.50	31.00	30.50	30.19	27.50
T2	27.50	12.00	9.00	6.00	4.00	3.50	3.00	2.69	0
T8	30.19	9.31	6.31	3.31	1.31	1.19	0.31	0	
T1	30.50	9.00	6.00	3.00	1.00	1.50	0		
T5	31.00	9.50	6.50	3.50	0.50	0			
T6	31.50	9.00	6.00	2.00	0				
T4	33.50	9.00	3.00	0					
T3	36.50	3.00	0						
T7	39.50	0							

Cuadro 9: Presentación final de la prueba de medias de diámetro de copa, usando el comparador de Tukey.

Tratamiento	Media de diámetro de copas (cm)	Tukey
T7	39.50	A
T3	36.50	A
T4	33.50	B
T6	31.50	B
T5	31.00	B
T1	30.50	B
T8	30.19	B
T2	27.50	B

La especie que mayor diámetro de copas obtuvo fue la *Gravilea robusta* sin cultivo con 39.50 cm y la segunda fue la *Gravilea robusta* con cultivo 36.50 cm; lo que nos indica que si hay diferencia entre la misma especie, lo que podría interferir en algún momento con el cultivo intercalado.

El tratamiento *Alnus arguta* con cultivo dio como resultado 33.50cm comparándolo con el tratamiento *Alnus arguta* sin cultivo que nos dio 30.19cm, si presenta diferencia en el diámetro de copas, lo que indica que no interfiere en el desarrollo del frijol, la diferencia podría ser por la fertilización al cultivo intercalado.

La especie *Eucalipto citriodora* con cultivo nos dio que su diámetro de copa es 30.50 cm, comparándola con *Eucalipto citriodora* sin cultivo que tiene un diámetro de copa de 31.00 cm, nos indica que el *Eucalipto citriodora* con cultivo y sin cultivo se adapta a un sistema agroforestal, y la diferencia puede ser por las fertilizaciones del cultivo.

La especie *Eucalipto maculata* sin cultivo nos dio que su diámetro de copa es 31.50 cm comparándolo con *Eucalipto maculata* con cultivo que tiene un diámetro de copa de

27.50 cm. nos indica que el *Eucalito maculata* con cultivo como sin cultivo se adapta a un sistema agroforestal.

En el trabajo realizado en el 2006 por Pablo Elorza Martínez, José Manuel Maruri García, María de la Luz Hernández Sánchez y Gerardo Olmedo Pérez, con especies similares intercalados con frijol, maíz y chile concluyen que las plantaciones forestales comerciales son una buena alternativa de cultivo bajo el sistema intercalado proporcionándole a los agricultores la posibilidad de usar con eficiencia su parcela. Así mismo Escobar M., M.I., Díaz, F., A. Leal. Q., A. Angarita G. M. en el trabajo realizado en Diciembre del 2007 indica que *Alnus arguta* presenta un muy buen comportamiento intercalado con cultivos.

7.1.4 Supervivencia

El porcentaje de supervivencia se determino a partir de la mortalidad de plantas en el campo definitivo, los valores obtenidos desde el trasplante, hasta el final del periodo de estudio son los que se presentan en el cuadro 10.

Cuadro 10: Porcentaje de supervivencia por tratamiento durante el periodo de estudio, en Finca Florencia 2004.

Intercalado con frijol	Especie forestal	Edad de campo en meses		
		1	3	6
SI	<i>Eucalipto citriodora</i>	99.8	99.70	99.80
	<i>Eucalipto maculata</i>	99.80	99.70	99.80
	<i>Gravillea robusta</i>	99.80	99.70	99.80
	<i>Alnus arguta</i>	99.80	99.60	99.90
NO	<i>Eucalipto citriodora</i>	99.80	99.70	99.90
	<i>Eucalipto maculata</i>	99.80	99.90	99.90
	<i>Gravillea robusta</i>	99.80	99.70	99.90
	<i>Alnus arguta</i>	99.80	99.80	99.90

El porcentaje de supervivencia después de transcurrir el primer mes del trasplante, fue alto para la plantación en general.

La supervivencia de la plantación en general no fue afectada por el cultivo intercalado, manteniéndose siempre alto dicho índice, se pudo observar que tanto las cuatro especies forestales intercaladas como sin intercalar, el porcentaje de supervivencia se manifestó de manera similar.

Al final del periodo el promedio general de supervivencia llegó a 99.7; lo que nos indica que las plantas se adaptaron en buena forma a su nuevo hábitat.

7.2 Estimación de Costos

7.2.1 Costos de Inversión

Estos costos corresponden a los gastos que se efectuaron por concepto de mano de obra, insumos y, en el establecimiento y mantenimiento de la plantación.

En los cuadros 11 y 12 se presentan los costos de establecimiento y mantenimiento de la plantación con y sin cultivo intercalado.

Cuadro 11: Costo de establecimiento de la plantación, utilizando el método Taungya con cultivo intercalado. (Cifras expresadas en Quetzales)

Concepto	Valor Unitario	Cantidad	Valor Parcial	Valor Total
1. Costos Directos				
1.1 Siembra				
1.1.1 Trazo de plantación	50.00	4 jornales	200.00	
1.1.2 Ahoyado	0.10	1000 agujeros	100.00	
1.1.3 Plantado	0.10	1000 plantas	100.00	400.00
1.2 Labores Culturales				
1.2.1 Replantado	0.10	200 plantas	20.00	20.00
1.3 Insumos				
1.3.1 Semilla Vegetativa	0.10	1300 plantas	130.00	130.00
Sub Total				550.00
2. Costos Indirectos				
2.1 Imprevistos 5 por ciento			27.50	
Total Costos				577.50

Cuadro 12: Costo de establecimiento de la plantación sin cultivo intercalado, Finca Florencia 2004. (Cifras expresadas en Quetzales)

Concepto	Valor	Cantidad	Valor	Valor Total
	Unitario		Parcial	
1. Costos Directos				
1.1 Siembra				
1.1.1 Trazo de plantación	50.00	4 jornales	200.00	
1.1.2 Ahoyado	0.10	1000 agujeros	100.00	
1.1.3 Plantado	0.10	1000 plantas	100.00	400.00
1.2 Labores Culturales				
1.2.1 Replantado	10.00	200 plantas	20.00	
1.2.2 Chapeo	50.00	12 jornales	600.00	
1.2.3 plateos	50.00	9 jornales	450.00	1070.00
1.3 Insumos				
1.3.1 Semilla Vegetativa	0.10	1300 plantas	130.00	130.00
Sub Total				1600.00
2. Costos Indirectos				
2.1 Imprevistos 5 por ciento			80.00	80.00
Total Costos				1680.00

Como podrá observarse el costo de inversión en la plantación con cultivo intercalado, se reduce únicamente a los gastos por concepto de establecimiento de la misma; mientras que en la plantación sin cultivo intercalado se incluyen las labores culturales durante el periodo, que corresponde a los gastos en limpieas y plateos.

7.2.2 Costos de Producción

Corresponde a los gastos efectuados en la siembra de los cultivos anuales, siendo estos; mano de obra, insumos, renta de la tierra y los gastos indirectos derivados de los mismos.

En el cuadro 13 se presenta los costos de producción en el cultivo de frijol.

Cuadro 13: Costo de producción del frijol intercalado en la plantación utilizando el sistema Taungya comprendido en el periodo del 15 de agosto al 22 de diciembre de 2004, en Finca Florencia. (Cifras expresadas en Quetzales)

Concepto	Valor unitario	Cantidad	Valor parcial	Valor Total
1. Costos Directos				
1.1 Preparación del Suelo				
1.1.1 Picado del suelo	50,00	10 jornal	500,00	
1.1.2 Surqueado	50,00	4 jornal	200,00	700,00
1.1.3 Plantado				
1.2 Siembra				
1.2.1 Siembra	50,00	5 jornal	250,00	
1.2.2 Fertilización	50,00	3 jornal	150,00	400,00
1.3 Cosecha				
1.3.1 Arranque	50,00	4 jornal	200,00	200,00
1.4 Insumos				
1.4.1 Fertilizante 20-20-0	1,26	45.35 Kg	79,81	
1.4.2 Semilla	5,00	9.07 Kg	45,35	125,16
Sub Total				1425,16
2. Costos Indirectos				
2.1 Imprevistos 5 por ciento			71,26	71,26
Total				1496,42

Los costos de mantenimiento de la plantación dependerán de las labores que se realizaron en el cultivo intercalado.

Se puede plantear que en la plantación con cultivo intercalado. Se puede tener ingresos por concepto de la venta de la cosecha, lo que vendrá a reducir los gastos por concepto de mantenimiento de la plantación.

8 CONCLUSIONES

- 8.1 El incremento en altura de las cuatro especies forestales con las que se trabajó se manifestaron de manera similar, tanto intercalado como sin intercalar.
- 8.2 El crecimiento en diámetro basal de las cuatro especies forestales con las que se trabajo se comporto de una manera similar tanta intercalada como sin intercalar.
- 8.3 El crecimiento en diámetro de copa de las cuatro especies forestales con las que se trabajo se comporto de una manera similar tanta intercalada como sin intercalar.
- 8.4 El cultivo intercalado no fue factor limitante para el crecimiento en altura, diámetro basal y diámetro de copa.
- 8.5 La producción de frijol sin intercalar fue similar a la obtenida con las especies forestales trabajadas.

9 RECOMENDACIONES

9.1 El sistema Taungya se adapta fácilmente sobre todo donde el recurso suelo es limitado y la producción de alimentos y madera debe obtenerse en un periodo relativamente corto, lo que sucede exactamente en nuestras comunidades, por lo que se debe implementar.

9.2 Crear incentivos a los agricultores por parte de las instituciones correspondientes para la implementación del sistema de siembra intercalado con especies forestales.

10. BIBLIOGRAFIA

1. ADEFOR. 1995. Comportamiento de 25 procedencias de tres especies forestales del genero *Eucalyptus* (*Eucalyptus camaldolens*, *Eucllyptus maculata Hookf* y *Eucalyptus tereticamis* Sm) en chancay (caja marea, Perú). Informe de investigación No. 5 ADEFOR 24p.
2. Aguirre, A. 1963. Estudio silvicultural y económico del sistema Taungya en condiciones de Turrialba. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 143 p.
3. Aguirre, C. 1977. Comportamiento inicial de *Eucaliptus deglupta* Blumes, asociado con maíz (sistema Taungya) en dos espaciamientos, con y sin fertilización. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, UCR / CATIE. 130 p.
4. Alarcón A, FE. 2000. Diagnóstico sobre la transferencia tecnológica de prácticas agroforestales en las comunidades de la Uocaci (Cebullar Centro, Lirio). Guayaquil, Ecuador. Tesis Ing. Agr. Ecuador, Universidad Agraria del Ecuador. 134 p.
5. Alcoba C, VA. 2005. Caracterización de sistemas agroforestales tradicionales en la comunidad Mosestén, San Pedro de Cogotay, Provincia Sud Yungas de la Paz. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia, Universidad Mayor de San Andres. 96 p.
6. Bannister, ME; Nair, PKR. 2003. Agroforestry adoption in Haiti: the importance of household and farm characteristics. *Agroforestry Systems* 57(2):149-157.
7. Barrera G, 1986. Comportamiento inicial de tres especies forestales bajo dos métodos, de reforestación, en San Andrés Itzapa, Chimaltenango, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 92 p.
8. Budowski, G. 1978. Sistemas agró-silvo-pastoriles en los trópicos húmedos: informe a IDRC. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 19 p.
9. _____. 1981. Sistemas agroforestales en América Tropical. Presentado en Simposio Internacional sobre Ciencias Forestales y su Contribución al Desarrollo de la América Tropical (1979, San José, Costa Rica). Memorias de los trabajos presentados. Ed. por Manuel Chavarría. San José, Costa Rica, CATIE. 9 p.
10. Castañeda, L. 1981. Comportamiento de *Tesrminalia ivorensis* A. Chev. asociada con cultivos anuales y perennes en su segundo año de crecimiento Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, UCR / CATIE. 101 p.

11. Combe, J; Budowski, G. 1979. Clasificación de las tácticas agroforestales; una revisión de la literatura. *In* Taller sobre Sistemas Agroforestales en América Latina. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 17-48.
12. Cruz S, JR De la. 1976. Mapa de zonas de vida de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
13. FAO, IT. 2002. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2000 - informe principal. Roma, Italia. 468 p. (Colección FAO: Montes no. 140).
14. Fernández, S. 1978. Comportamiento inicial de Gmelina arborea Roxb. asociado con maíz (Zea mays L) y frijol (Phaseollus vulgaris L) en dos espaciamientos, en Turrialba, Costa Rica. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica UCR / CATIE. 125 p.
15. Kartasubrata, J. 1990. Research support to community on forest and in Java, Indonesia. *In* Stevens, ME; Bhumibhamon, S; Wood, H. eds. Research policy for community forestry in the Asia/pacific region. Asia, Asia Pacific Association of Forestry Research Institutions (APAFRI). p. 227-236.
16. _____. 1991. Planning and implementation aspects based on some successful agroforestry projects in Indonesia. *In* Mellink, W; Raoy, YS; Mac Dicken, KG. eds. Agroforestry in Asia and the pacific. Bangkok, FAO / Instituto Internacional Winrock para el Desarrollo Agrícola. p. 232-250. (RAPA Publication 1991/5).
17. King, K; Chadler, M. 1978. Las tierras desperdiciadas programa des trabajo del ICRAF. Nayrobi, Kenya, Consejo Internacional para Investigación en Agrosilvicultura. 138 p.
18. Lebedys, A. 2004. Trends and curret status of the contribution of the forestry sector to national economies. Rome, Italy, FAO. 138 p. (FAO Working paper FSM/ACC/07).
19. Leiva, JM. 1993. Evaluación de tres especies forestales en plantación pura y sistema Taungya en la parte alta de la cuenca del rio Achiguate, Guatemala: resultados de 5 años de investigación. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 59 p.
20. Magne, J. 1979. Comportamiento inicial de Terminalia ivorensis A. Chev. en su fase de establecimiento, asociado con maíz, caupí y frijol, utilizando pseudoestaca y plantón en el trasplantes. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, UCR / CATIE. 90 p.
21. Martínez H, HA. 1985. Sistemas agroforestales: memoria. Guatemala, CATIE / INAFOR. p. 9-19.
22. Musálem Santiago, SA. 2002. Sistemas agrosilvopastoriles: una alternativa de desarrollo rural sustentable para el trópico de México. Revista Champingo, Serie Científicas Forestales y del Ambiente no. 8:91-100.

23. Nair, PK (ed). 1989. Agroforestry systems in the tropics. Kluwer, Dordrecht, The Netherlands. 664 p.
24. Obiols, R. 1975. Mapa climatológico preliminar de la república de Guatemala, según el sistema Thornthwaite. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Esc. 1:1,000,000, clasificación preliminar de climas en la república de Guatemala. Tesis Ing. Civil. Guatemala, USAC, Facultad de Ingeniería. 95 p.
25. Ospina, A. 2003. Agroforestería aporte conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal. Cali, Colombia, Acasoc. 206 p.
26. Otoo, JE. 2003. Chainsaw lumber production and sustainable forestry management. *In* Chainsaw lumber production: a necessary evil proceedings. Ghana, Tropenbos. 18 p.
27. Pedroni, L. 2002. Aspectos a tomar en cuenta en proyectos forestales bajo MDL; instrumentos económicos y medio ambiente. Boletín del Centro Andino para la Economía en el Medio Ambiente, CAEMA. 2(1): 5-6.
28. Pedroni, L; Jiménez, MM. 2002. Conservación de la biodiversidad: el problema y los esfuerzos que se realizan en Centro América. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 48 p.
29. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1,000 p.
30. Simon, H; Wiersum, KF. 1992. Taungya cultivation in Java, Indonesia: agrosilvicultura and socio-economic. *In* Jordan, CF; Gajasein, J; Watanabe, H. eds. Taungya: forest plantations with agricultura in southeast Asi, sustainable rural. Wallingford, Reino Unido, CAB International. 10111 p. (Development series no. 1).
31. Toledo Lima, ER *et al.* 1995. Levantamiento edafológico y plan de manejo agrícola y forestal de la finca Florencia, Santa Lucia Milpas Altas, departamento de Sacatepéquez. Curso de Estudios de Sistemas. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 103 p.
32. Verduzco, J. 1964. Posible solución a la agricultura nómada en bosques tropicales: sistemas Taungya. Bosques (MX) no. 2:28-31.
33. _____. 1970. Incremento de las especies valiosas por el sistema Taungya. Bosques (MX) no. 1:28-31.
34. World Bank, US. 2005. Natural resources management and growth sustainability: draft report. Ghana, World Bank / DFID / ISSER. 200 p.