

República de Cuba

**UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
CARLOS RAFAEL RODRIGUEZ**



Facultad de Ciencias Agrarias

Título: Prueba de establecimiento de tres especies arbóreas bajo el dosel de
Dichrostachys cinerea (L.) Wight & Arn. en San Marcos, Lajas

TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

Por :

AUTOR: Téc. Med. Arasay Hurtado Hurtado

TUTOR: M. Sc. Rafael Martínez Guzmán

CIENFUEGOS, 2012

AGRADECIMIENTOS

- ⊕ A toda mi familia, amigos, al tutor, compañeros de trabajo y estudio por su apoyo y colaboración.
- ⊕ A la Revolución Cubana que me ha permitido estudiar y graduarme de Ingeniero Agrónomo.

DEDICATORIA

- ⊕ Dedico esta obra a mi hijo y mi madre.
- ⊕ A mis amigos y compañeros de trabajo.
- ⊕ A los profesores de la Facultad de Ciencias Agrarias que permitieron mi formación.
- ⊕ A la Revolución cubana por darme la oportunidad de convertirme en profesional.

Cienfuegos, junio de 2012

“Año 54 de la Revolución”

Cumplimiento de la Resolución Rectoral

Los resultados que se exponen en el presente trabajo de tesis de grado se han alcanzado como consecuencia del trabajo realizado por el autor, respaldado por la Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”, por tanto los resultados en cuestión son propiedad del autor y de la Universidad respectivamente y solo ellos podrán hacer uso de los mismos de forma conjunta y recibir los beneficios que se deriven de su utilización.

Conforme:

Autor: Téc. Med. Arasay Hurtado Hurtado

Tutor: M. Sc. Rafael Martínez Guzmán

SINTESIS

El propósito de la investigación fue evaluar el establecimiento de tres especies arbóreas bajo el dosel de *D. cinerea*, en la zona correspondiente a la sabana arenosa de San Marcos, municipio Santa Isabel de las Lajas, provincia Cienfuegos. Las posturas de roble, júcaro y algarrobo fueron producidas en el vivero forestal de la UBI San Marcos y plantadas en la primavera de 2008; cubriendo una superficie de 1 152 m², con un marco de dos por dos metros y evaluadas en marzo de 2010 y 2012. Se determinó la cantidad de parcelas (de cuatro por cuatro metros) necesarias para el muestreo por el método de área fija; midiendo la altura, diámetro basal, iluminación y evaluando la supervivencia. Como resultado hay un incremento en altura, diámetro y alta supervivencia en roble y júcaro; mientras el algarrobo presenta disminución en altura y disminuye significativamente la supervivencia. Se reporta, bajo las condiciones descritas, para la provincia Cienfuegos, el establecimiento del roble y júcaro, y la muerte del algarrobo.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. Antecedentes	2
1.2. Justificación del estudio	5
1.3. Problema de Investigación	6
1.4. Objetivo General	6
1.4.1. Objetivos específicos	6
2. DESARROLLO	8
2.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	8
2.1.1. Importancia y estado de los bosques a nivel mundial y en Cuba	8
2.1.2. Conceptos relativos a las actividades silvícolas.....	11
2.1.3. Referencias al establecimiento de plantaciones	15
2.2. Materiales y métodos	18
2.3. Resultados y discusiones	29
3. CONCLUSIONES	47

4.	RECOMENDACIONES.....	49
5.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS . ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
6.	ANEXOS.....	53
6.	Anexos.....	2

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La especie *D. cinerea* según refiere Betancourt (2000), es originaria de la zona tropical del hemisferio norte africano; que se ha propagado en el noroeste de la región central de la India, en Sri Lanka, el Archipiélago de Malaca y el norte de Australia.

El lugar de origen de esta especie es, según indica Walter (1971), en las sabanas africanas, caracterizando a estos lugares como una zona de transición desde áreas boscosas hasta herbazales, que se presenta en las áreas secas de los trópicos donde ocurre disminución de las precipitaciones anuales desde 600 hasta 250 *mm*, aquí la habilidad competitiva de las hierbas se incrementa sobre las plantas leñosas, resultando una secuencia que va desde árboles de sabana hasta arbolitos y luego arbustos de sabana. En estos lugares los fuegos reiterados juegan un rol adicional al clima, se considera un factor causal igual bajo condiciones naturales, pero su frecuencia se incrementa considerablemente por la práctica de los habitantes de quemar la cubierta herbácea anualmente. Permaneciendo solamente las plantas pirófitas, los árboles con corteza gruesa resisten los fuegos sin sufrir daños y aquellas plantas que se regeneran a partir de brotes de las partes subterráneas.

Por otra parte según Méndez y Ramos (2006), la especie es nativa de África, India, Sur de Tailandia y Malasia, así como de algunos territorios situados al Norte de Australia sobre este último sitio plantean que aún se discute si fue introducida por el hombre. Indican que son plantas de morfología sumamente variable, lo que ha motivado que se distingan nueve subespecies y trece variedades, de las cuales, sólo esta especie está representada en Cuba.

El desarrollo de las actividades humanas en los campos cubanos se ve frecuentemente muy limitada por la presencia de plantas indeseables, que obligan a costosos procedimientos, como condición previa. No solo es la economía

del país quien se afecta, plantea Herrera (2006), en una de las conclusiones de su investigación: “El desequilibrio irregular y caótico provocado por las condiciones antrópicas modificó los ecótopos cubanos mediante el predominio de las especies sinántropas alóctonas” y reconoce este autor como la peor maleza de Cuba a una especie que pertenece a la familia **Mimosaceae**, denominándose **Dichrostachys cinera** (L.) Wight & Arn. ssp. **africana** var. **africana** Brenan & Brummitt.

Se considera a la madera como la más competitiva de las energías caloríficas renovables, por ejemplo los pellets de madera, cuestan la mitad que el petróleo ligero, según se reconoce por el Environmental Policy Research Centre (2011).

El suministro de madera a las plantas energéticas se realiza después de procesarla en forma de pellets; según Ertmer (2010), actualmente las plantas procesadoras se encuentran en el rango de 1,5 a 3 t/h y predice que en el futuro se demanda una capacidad de producción entre 15 y 20 t/h.

Indica Hilgers (2012 (a)) que la producción mundial de pellets de madera está en incremento con el estímulo del mercado europeo como motor del comercio global. Se encuentra en Argentina un desarrollo de esta producción, con el apoyo del gobierno al prohibir la utilización de la madera del bosque lluvioso tropical como leña. Se produjeron en este país 30 000 t en el 2011 y el estimado del 2012 es llegar a 50 000 t.

Refiere Dany (2010) que en Francia, donde la cobertura forestal es del 27 %, la mayor parte de los 11 millones de toneladas de petróleo equivalente de la energía renovable corresponden a la madera.

La FAO (1994), describe la vegetación en los lugares de donde es nativa **D. cinerea** como pertenecientes a los bosques tropicales secos y de ellos plantea que: La mayoría de las especies arbóreas naturales son de crecimiento lento y tolerantes a la sequía. Durante los períodos tórridos secos, la actividad biológica se reduce al mínimo, como medio de supervivencia. El fuego es un riesgo importante. La madera producida suele ser dura y duradera, y su comercio es casi únicamente de ámbito local. La regeneración depende de los animales que

pastan y comen las vainas y expulsan las semillas con los excrementos; de no ser así, las semillas pueden sobrevivir durante años en el suelo. Muchas especies se dan en forma de monte bajo, produciendo nuevos y vigorosos brotes cuando se corta el tronco. Son resistentes al fuego cuando son mayores al tamaño de un poste.

En esta obra se indica que para el logro de un rendimiento sostenible, en la actividad forestal de estos sitios, se procede a la realización de plantaciones de sustitución o por enriquecimiento, estos procedimientos resultan efectivos cuando las lluvias, aún escasas, se hacen seguras; al no ocurrir de esta forma las especies exóticas pueden tener rendimientos inferiores a las del bosque nativo, además asegura: “La ordenación basada en la regeneración con especies indígenas de los bosques existentes interesa zonas degradadas o incluso totalmente desnudas. Prohibiendo la corta y el pastoreo e impidiendo los incendios durante varios años, se ha demostrado la notable capacidad del bosque para regenerarse, tanto en monte bajo como gracias a la semilla que ha permanecido en estado latente en el suelo”.

Refieren Leyva *et al.* (2009), los endémicos vegetales de Cuba se calculan en 3 409 especies, representando el 54 % de las plantas vasculares, presentándose básicamente en las montañas, sabanas arenosas, rocas metamórficas ultrabásicas y costas rocosas. Por otra parte es importante la expresión de Cain (1951), al plantear que: “Un tipo de vegetación, una comunidad que ocupe un área determinada, consiste en una mezcla de poblaciones de distintas especies que se han asociado debido a la conjunción de ciertas condiciones del medio y en ciertos tipos de organismos con determinadas tolerancias. Debido a la dinámica de la vegetación, cada región de la tierra tiende a ser ocupada por tipos de vegetación característicos que se encuentran dentro de un mayor o menor equilibrio con las condiciones que se dan en dicha región”.

Partiendo de una gama de especies tan amplia, muchas de ellas de alto valor económico, es que proponemos su empleo frente a una especie invasora que al ser descrita por Betancourt (2000), plantea que son árboles muy heliófilos; se

desarrollan bien tanto en sitios con precipitaciones son inferiores a 800 *mm* anuales como en aquellos donde sobrepasa los 2 000 *mm*, en temperaturas con medias anuales de 21 °C hasta donde exceden los 26 °C.

Referente al control de esta planta el Centro Nacional de Sanidad Vegetal (2008) indica que los métodos comprenden:

- Control mecánico, puede ser manual o mecanizado
- Medidas agrotécnicas y de manejo cultural
- Uso de especies con propiedades alelopáticas
- Medidas preventivas (cuartones profilácticos)
- Control químico (foliar o local)

Recomienda esta institución que cuando el índice de infestación es intenso (grado 3-4), se procederá al desmonte y desbroce con posterior preparación de suelo y aplicaciones dirigidas a los rebrotes de las malezas.

Es ***D. cinerea*** una especie invasora que resulta favorecida por ser consumida por el ganado vacuno, según refieren Toral *et al.* (2001). Por ello limita las actividades agrícolas la presencia de esta planta indeseable, que obligan a costosos procedimientos para su erradicación.

1.2. Justificación del estudio

Enfrentar a las especies invasoras debe ser un esfuerzo que disponga de amplios horizontes, propiciando la protección ambiental; respondiendo así, a las demandas de la sociedad moderna, haciéndolo siempre ecológicamente sostenible, en concordancia con Donoso (1989), al plantear que: "... toda actividad forestal debe prevenir la degradación de los suelos y proteger las cuencas hidrográficas.

En este trabajo se enfrenta el siguiente problema dado en el ámbito forestal:

1.3. Problema de Investigación

¿Qué efecto tendrá la población de la especie invasora ***D. cinerea*** sobre el establecimiento de tres especies arbóreas?

Objeto:

El establecimiento del fomento forestal, en áreas destinadas a la silvicultura, bajo el dosel de ***D. cinerea***.

Hipótesis:

Con la determinación de una buena supervivencia, altura y diámetro basal, en las especies arbóreas plantadas bajo el dosel de ***D. cinerea***, se tendrá un efecto negativo de poca magnitud y garantizará el establecimiento forestal con reducida afectación al entorno.

1.4. Objetivo General

Evaluar el establecimiento de tres especies arbóreas bajo el dosel de ***D. cinerea*** para contribuir al fomento forestal en áreas que se encuentran invadidas.

1.4.1. Objetivos específicos

1- Evaluar el establecimiento de las especies plantadas.

2. DESARROLLO

2. DESARROLLO

2.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1.1. Importancia y estado de los bosques a nivel mundial y en Cuba

En la actualidad hay un creciente reconocimiento mundial a la función que desempeñan los bosques en la estabilización del cambio climático, protegiendo la biodiversidad y la subsistencia de 1,6 mil millones de personas que dependen de ellos (Mercadet et al. 2007). Al respecto, Castro (2010), en el año 1992 expresó en Río de Janeiro, en la conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo que: “Los bosques desaparecen, los desiertos se extienden, miles de millones de toneladas de tierra fértil van a parar cada año al mar. Numerosas especies se extinguen. La presión poblacional y la pobreza conducen a esfuerzos desesperados para sobrevivir aún a costa de la naturaleza”.

Al referirse a la importancia del bosque para el hombre Del Risco (1995), plantea que “...es más que el proveedor de madera, frutos, resinas y otros productos, al que la avaricia de los que no piensan en el mañana han querido reducir, poniendo en peligro la existencia del hombre en el planeta”. Para este autor el deterioro de los bosques está en relación directa con la sobrevivencia del hombre.

En los bosques encuentran hábitat plantas, animales y el hombre. Una de las funciones vitales que se produce en las plantas dentro del bosque es la fotosíntesis, proceso por el cual se libera oxígeno, necesario para la respiración, y se fija CO₂, presente en la atmósfera en cantidades elevadas, motivado por la quema de combustibles fósiles, con los países industrializados como principales emisores, un ejemplo de esta fijación lo reportan Cordero *et al.* (2004), en la Empresa Forestal Integral Mayabeque se determina una retención de carbono en la biomasa de los bosque semicaducifolios sobre caliza, de 637 571,37 t, en 15 655.3 ha, donde el rendimiento medio en volumen de madera es de 86,1 m³/ha.

Otras funciones que cumplen los bosques según Mercadet *et al.* (2007) son:

- Impiden la erosión: En parajes desnudos con poca o ninguna vegetación, las fuertes lluvias que caen sobre grandes áreas pueden arrastrar al suelo hasta ríos y arroyos, provocan corrimiento de tierra e inundaciones. En áreas boscosas la copa de los árboles intercepta y redistribuye gradualmente la precipitación, que de otro modo podría causar inundaciones y erosión, una parte de la precipitación fluye por la corteza de los troncos; el resto se filtra a través de las ramas y el follaje, la cual penetra en el suelo. Esta distribución más lenta y poco uniforme de la lluvia asegura que el suelo y el agua no sean arrastrados de forma inmediata. Las raíces de los árboles y las de otras plantas retienen el suelo e impiden inundaciones y el enturbiamiento de ríos y arroyos. Los bosques también pueden aumentar la capacidad de la tierra y almacenar reservas de agua. La cobertura boscosa es especialmente eficiente para capturar agua procedente de la niebla, que se distribuye como precipitación en la vegetación y el suelo. El agua almacenada en las raíces de los árboles, troncos, follajes y el suelo del terreno forestal, permiten a los bosques mantener un flujo constante de agua en ríos y arroyos.
- Fijan carbono atmosférico: Aunque a menudo se ha considerado como consumidores de dióxido de carbono, los bosques maduros desempeñan una importante función en el ciclo global del carbono, como reservorio estable de carbono y su eliminación conlleva un incremento de los niveles atmosféricos del dióxido de carbono.

Al mantener un área bajo la cobertura del bosque, se controla la erosión, se estabilizan las pendientes, se moderan los caudales de los ríos, se protegen los ambientes acuáticos, se mantiene la fertilidad del suelo, se preserva el hábitat de la fauna.

Refieren Mercadet *et al.* (2007) que los bosques mundiales abarcan, según los datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la

Alimentación (FAO), "...cerca de 4 mil millones de hectárea, y cubren casi 30 % del área mundial. Desde 1990 hasta el 2005, el mundo perdió 3 % de su área total de bosques, una disminución promedio de 0,2 % al año. Hoy los bosques ocupan más de la cuarta parte de las tierras emergidas, excluyendo la Antártica y Groenlandia. La mitad de los bosques están en los trópicos, el resto en las zonas templadas y boreales. Siete países albergan más de 60 % de la superficie forestal mundial: Rusia, Brasil, Canadá, Estados Unidos, China, Indonesia, y Congo. La mitad de los bosques que una vez cubrieron la tierra, 29 millones de km², desaparecieron y lo mas importante en términos de diversidad, cerca de 78 % de los bosques primarios se encuentran ya destruidos, y el resto, amenazado por la extracción de madera, la conversión a otros usos como la agricultura y la ganadería, la especulación, la minería, los grandes embalses, las carreteras y caminos forestales el crecimiento demográfico, el cambio climático y la pérdida de la biodiversidad. Al comenzar el Siglo XXI, hay una disminución neta anual de 11,3 millones de hectáreas de bosques, según la FAO, se destinan a otros usos. Cuba se sitúa entre las naciones que mayor crecimiento mantiene de sus recursos forestales, al tener cubierto 24,5 % del territorio nacional y proponerse llegar a 29 % en el año 2015

La historia de Cuba cuenta que cuando los bosques aún no tenían que compartir su espacio vital con el hombre; las condiciones ambientales del archipiélago (clima y suelo) permiten aseverar que el territorio estaba cubierto (93-96 %) por bosques de diferentes tipos, alturas y densidades; el resto del área lo ocupaban diferentes tipos de vegetación ya fueran con características de costas rocosas, playas arenosas o de vegetación baja gramínea con árboles dispersos conocidos como sabanas (Del Risco, 1995). Ratifica lo anterior Mercadet *et al.* (2007) quienes plantean que "Con el descubrimiento de Cuba, la conquista y colonización europea del nuevo mundo, se conoció, que la superficie de la cubierta forestal era superior al 90 % pues la población indígena era fundamentalmente recolectora y su agricultura incipiente no había deforestado más que los bateyes para construir sus caneyes. Los pocos terrenos abiertos estaban constituidos mayoritariamente por las sabanas naturales interiores de

gramíneas, bosquечitos dispersos y de galerías con pequeños cursos de agua, donde comenzó la ganadería vacuna en el país”.

El comienzo de la destrucción de los bosques cubanos comenzó en el 1520 (Mercadet *et al.*, 2007), y refieren que al comenzar el siglo veinte: “... se observa una drástica disminución del 54 % de cobertura, debido al intenso desarrollo de la ganadería y el cultivo de la caña de azúcar, esta dramática disminución alcanzó su máxima expresión en 1959 cuando llega a un 14 %”.

Según Del Risco (1995) “Luego de haberse demostrado que la destrucción de los bosques es excesiva y muy lenta su reproducción, el hombre al fin encara éste con otras perspectivas. Puesto que reconoció su papel esencial en la estabilidad ecológica; con la mayor virtud del bosque que es la de asimilar dióxido de carbono (CO₂) y producir oxígeno a través de la fotosíntesis, y mantener el equilibrio entre ambos gases, mientras la excesiva utilización de combustibles fósiles se lo permita. Además los bosques son capaces de captar sustancias ajenas al aire como las partículas sólidas (polvo), líquidas (salpicaduras del mar), aerosoles, e incluso isótopos radiactivos”.

2.1.2. Conceptos relativos a las actividades silvícolas

Plantea Samek (1974), que: “... no sólo la cantidad de las precipitaciones es de importancia, sino también la distribución de estas durante el año. Hay regiones que tienen sólo un período lluvioso y un período seco, pero al otro lado hay regiones (Oriente) que manifiestan dos máximos y dos mínimos. De gran importancia para la vegetación es el período de sequía, ya que es diferente cuando en regiones de iguales precipitaciones la época seca es corta o prolongada; a saber, el exceso de precipitaciones no puede ser aprovechado por la vegetación y es más favorable cuando las precipitaciones son más o menos uniformemente distribuidas en el curso del año, que en los casos en que las precipitaciones se concentran en un lapso limitado y en el resto del año faltan”. El análisis de estos elementos se puede apreciar gráficamente en un climodiagrama, por ejemplo en el basado en la metodología de Walter y Lieth.

El sitio donde se realiza el estudio corresponda a los bosques semicaducifolios (semidecíduos) tipo sabanoso, en correspondencia con lo planteado por Samek (1974), donde plantea que las formaciones boscosas en las llanuras y colinas de Cuba (Temperaturas anuales promedio unos 23 – 27 °C). Los suelos abastecidos solo por agua de precipitaciones. Suelos de mal drenaje, pesados, plásticos, de mala permeabilidad. Mal régimen: agua-aire. En regiones secas se pueden desecar las capas superficiales.

Aparece la especie ***D. cinerea*** afectando diferentes Reservas de la Biosfera que se encuentran en Cuba según se refiere por Schüttler y Karez (2008), y cuya ubicación se presenta en la figura 1.



Sobre ella se plantea que ha tenido impacto ecológico de la forma siguiente:

- Buenavista: El marabú ha invadido todos los ecosistemas tanto naturales como agrarios.
- Ciénaga de Zapata: El árbol australiano melaleuca ha invadido los ecosistemas de herbazal de Ciénaga, transformando el ecosistema; el marabú y la casuarina tienen un potencial similar de degradación para plantas nativas (bosques de tierra firme).
- Cuchillas del Toa: En general las invasiones biológicas no se consideran como una amenaza real, pero sí potencial
- Península de Guanahacabibes: La refiere en su flora.

- Sierra del Rosario: En general, las plantas invasoras ocupan grandes extensiones de terreno de manera monoespecífica, por lo que reducen la diversidad vegetal donde se establecen. Del impacto socio-económico indican que: El marabú provoca una situación seria por su extensión superficial y la consecuente simplificación del paisaje, sobre todo en un área donde el turismo ecológico es la principal actividad económica y fuente de trabajo.

Según Carrobello (2007), "... en Cuba hay más de un millón 100 mil hectáreas infestadas por marabú, y existe en más de un 43 por ciento de las áreas ganaderas. Según informe del Ministerio de la Agricultura, Camagüey, con las mayores extensiones dedicadas a potreros de vacunos, contabiliza un 59,4 por ciento de infestación".

Para el desarrollo de actividades en silvicultura es importante partir con el conocimiento de algunos conceptos, así en Cuba se define en forma de ley del Estado, por la Asamblea Nacional del Poder Popular (1998), algunos relativos a la actividad forestal entre los que se encuentran:

Árbol: planta de fuste generalmente leñoso, con la presencia de un solo tallo dominante en la base, que en su estado adulto y en condiciones normales de hábitat puede alcanzar, no menos de 5 metros de altura, o una menor en condiciones ambientales negativas que limiten su desarrollo.

Bosque: formaciones naturales (bosques naturales) o artificiales (plantaciones) integradas por árboles, arbustos y otras especies de plantas y animales superiores e inferiores, que constituyen un ecosistema de relevancia económica y social por las funciones que desempeña

Área inforestal: áreas dentro del bosque y en terrenos destinados a la actividad forestal no aptas para el crecimiento del bosque, como pastizales, ciénagas, ríos, arroyos, embalses, asomos rocosos, viales, viveros, áreas destinadas para el autoabastecimiento, criaderos de animales e instalaciones.

Forestación: la acción de poblar con especies arbóreas terrenos donde nunca hubo bosques, naturales o artificiales, o donde desde hace mucho éstos desaparecieron.

Impacto ambiental: alteración positiva o negativa de los ecosistemas, provocada por la actividad humana o por fenómenos naturales.

Manejos silvícolas: intervenciones técnicas, manuales o mecánicas, encaminadas al establecimiento, mejoramiento, protección y aprovechamiento del bosque.

Reconstrucción de bosques: manejo silvícola dirigido a mejorar los bosques degradados.

Reforestación: la acción de poblar con especies arbóreas áreas que hayan sido objeto de aprovechamientos previos o arrasados por incendios u otras causas.

Tratamiento silvicultural: manejo silvícola encaminado a obtener plantaciones y bosques naturales altamente productivos y económicamente

Se plantea en este documento, en el artículo 15 que: Los bosques son administrados con arreglo a sus funciones y ubicación geográfica y se clasifican sobre la base de un conjunto de elementos de orden físico, biológico, ecológico, social y económico, en:

a) bosques de producción: aquellos cuya función principal es satisfacer las necesidades de la economía nacional maderera y productos forestales no madereros, mediante su aprovechamiento y uso racional;

b) bosques de protección: aquellos cuya superficie debe ser conservada permanentemente para proteger los recursos renovables a los que estén asociados, pero que, sin perjuicio de ello, pueden ser objeto de actividades productivas prevaleciendo siempre su función reproductora;

c) bosques de conservación: aquellos que por sus características y ubicación sirven fundamentalmente para conservar y proteger los recursos naturales y los destinados a la investigación científica, el ornato y a la acción protectora del medio ambiente en general. Estos bosques deben ser conservados permanentemente y en ellos no se permiten talas de aprovechamiento sino solamente cortas de mejora orientadas al reforzamiento de su función principal y a la obtención de productos secundarios del bosque.

El bosque no posee generalmente un aspecto uniforme en toda su extensión, las fracciones relativamente semejantes del mismo las definen Álvarez y Varona (2009) como rodal, y que además plantean que: "... pueden diferenciarse por la edad de la masa, las especies que forman el suelo, la calidad del arbolado, su capacidad de incremento, la espesura y por cualquier otro elemento de diferenciación.

La Real Academia Española (2010b), entre otros significados para el término rodal ofrece:

1. Lugar, sitio o espacio pequeño que por alguna circunstancia particular se distingue de lo que le rodea.
2. Conjunto de plantas que pueblan un terreno diferenciándolo de los colindantes.

2.1.3. Referencias al establecimiento de plantaciones

Sobre el establecimiento de las plantaciones forestales se plantea (Anónimo, 2010), que: "... es una cadena que comienza con el material de reproducción, sigue con la preparación de suelos y la plantación, para terminar con el mantenimiento hasta que la plantación se pueda dar como establecida. El mantenimiento es un conjunto de labores culturales debidamente planificadas y

correctamente ejecutadas, con el fin de asegurar a las pequeñas plantas, las condiciones adecuadas para crecer y desarrollarse óptimamente”.

Definir la edad de las plantas para declararlas establecidas se debe ajustar a las consideración de varios elementos, así se plantea en la obra antes referida que: “... en el trópico estará en función de la especie, las características del lugar, las condiciones climáticas reinantes durante el período y las atenciones culturales aplicadas, pudiendo variar en un período de entre 3 y 5 años, en la generalidad de los casos, coincidiendo aproximadamente con el paso de brinzal medio a brinzal alto. En el caso de especies de crecimiento muy lento o en ecótopos muy pobres, este período podría ser más largo”.

Sobre el fomento de plantaciones experimentales en la actividad silvícola plantea Álvarez y Varona (2009), que: “... debe hacerse en áreas de extensión limitada. La siembra experimental tiene como finalidad comprobar la adaptabilidad de las especies y determinar la composición y densidad que más conviene. Las plantaciones comerciales con especies comprobadas pueden ocupar cualquier extensión. Al hacer plantaciones experimentales es necesario conocer, aunque sea imperfectamente, la relación entre los factores del lugar y los requisitos de cada especie. No siendo práctica la medida directa de los factores ni los conocimientos completos del óptimo climático y edáfico de cada planta, nos valemos con frecuencia de la vegetación natural como índice para elegir las especies”.

Y los criterios se basan el conteo y evaluación porcentual de las plantas fallas en la plantación; por ello es importante definir el concepto de falla, que es según Anónimo (2010): “Aquellas plantas que mueren, aunque más generalmente puede decirse que son aquellas plantas que no se desarrollan adecuadamente, ni siquiera para servir de relleno o de árboles ayudantes. Las fallas afectan la densidad y la calidad del repoblado. También se les dice marras. Las fallas iniciales son las plantas muertas después de la plantación o posterior a la germinación, en un corto período, y a veces, durante el primer año. Indican según su distribución, si es necesario reponerlas o proceder de nuevo a la

reproducción total de la superficie o de áreas parciales, según la magnitud de fallas iniciales.

Otras fallas son las que se producen después de las iniciales y hasta el establecimiento definitivo, pueden estar representadas por muertes, mutilaciones o por desarrollo raquítrico. Estas fallas junto con las iniciales no repuestas pueden conducir a que el repoblado sea dado de baja.

El porcentaje de fallas mínimo permisible está en función de la intensidad de la reproducción.

- En las ligniculturas (silvicultura intensiva) es necesario reponer cada falla.
- En plantaciones protectoras se debe tener en cuenta hasta que punto ellas pueden afectar la función del bosque.
- En las repoblaciones normales generalmente se sigue el siguiente criterio:
 - Hasta el 20% de fallas no se repone.
 - Entre 20 y 40% se repone en los lugares en que las fallas han sido más altas
 - Mayor del 40% de fallas, es necesario repoblar de nuevo
 - En las repoblaciones cercanas a la naturaleza por lo general no se replanta.

En trabajos de fomento forestal donde las condiciones son muy adversas la supervivencia puede verse afectada, por ejemplo, en la rehabilitación de zonas degradadas por la minería se obtuvo por Bruzón *et al.* (2012), en *Pinus cubensis* una supervivencia entre 64 y 72 %.

Referente a una de las especies utilizadas en esta experiencia muestra Álvarez (2005), en una caracterización de la vegetación forestal de dos rodales en la provincia Pinar del Río, que el roble con 8 y 12 m de altura alcanza en diámetro 0,12 y 0,14 m.

2.2. Materiales y métodos

2.2.1 Descripción del sitio donde se desarrolla el estudio

La localidad donde se realizó el estudio se encuentra en la sabana arenosa de San Marcos, 12 km al norte de la cabecera del municipio Santa Isabel de las Lajas, provincia Cienfuegos, como se puede apreciar en la figura 2. Las tierras pertenecen a la UBI San Marcos, Granja Estatal de la entidad Servicio al Productor Ciudad Caracas



2.2.2 Caracterización climática

Para ello se confeccionó el climodiagrama a partir de los datos climáticos (ver tabla 1), correspondientes a 10 años de observaciones de la Estación

Meteorológica del INIVIT, Santo Domingo, Villa Clara y situada a 12 km en línea recta hacia el noreste. Los datos se procesaron con el software **Climodiagrama portable**, que se basa en el método de Walter y Lieth, al respecto en la Enciclopedia Libre Universal en Español (2010), se plantea que: "... es un climograma mucho más completo que los tradicionales. Se usa mucho cuando hay que analizar la influencia del clima en la vegetación, especialmente en los usos agrícolas".

Tabla 1. Precipitación y temperatura media mensual

Meses	Precipitación mensual (mm)	Temperatura media mensual (°C)
Enero	24,7	20,5
Febrero	33,5	21,4
Marzo	45,2	22,6
Abril	54,4	24,1
Mayo	134,8	25,8
Junio	226,7	26,6
Julio	196,2	27,1
Agosto	183,4	26,9
Septiembre	181,6	26,4
Octubre	126,9	25,3
Noviembre	41,3	22,8
Diciembre	36,2	21,5

Tabla 1(continuación). Valores puntuales en precipitación y temperatura

Acumulado anual de precipitación (mm)	Temp. media anual (°C)	Temp. máxima absoluta (°C)	Temp. mínima absoluta (°C)	Temp. mínima media (°C)	Temp. máxima media (°C)
1284,9	24,3	34,6	10,8	19,2	31,0

2.2.3 Plantación de las especies arbóreas

Se trabajó para el establecimiento de plantaciones forestales en áreas con manifestación intensa de ***D. cinerea***, según clasificación del Centro Nacional de Sanidad Vegetal (2008), donde la densidad de plantas es superior a 200 por hectárea. No se erradico la maleza, según recomendación de este centro para estos casos.

Las especies arbóreas plantadas son las siguientes:

- Roble - *Tabebuia angustata* Britton -- Bull. Torrey Bot. Club 42: 376. 1915 (GCI). (International Plant Names Index, 2005(c)).
- Algarrobo - *Samanea saman* (Jacq.) Merr. -- J. Wash. Acad. Sci. vi. 47. 1916 (IK). (International Plant Names Index, 2005(b)).
- Júcaro - *Bucida buceras* L. -- Syst. Nat., ed. 10. 2: 1025. 1759 [7 Jun 1759] (IK). (International Plant Names Index, 2005(a)).

Basados en que las especies están presentes en la localidad de forma natural, en correspondencia con lo planteado por Álvarez y Varona (2009), son en

alguna medida tolerantes a la sombra; por ello se plantaron bajo el dosel de ***D. cinerea***.

Esta actividad guarda similitud con la reconstrucción de bosques, que según Cárdenas *et al.* (2008), es aplicable a bosques pobres o carentes de maderas de gran demanda, así como a bosques que producto a la tala irracional presentan árboles poco vigorosos y mal conformados; consistiendo este manejo en el establecimiento artificial de especies de gran demanda en el rodal. Sus formas son: reconstrucción a pleno sol y bajo estrato, siendo esta última individual, en líneas y en grupos.

Se realizó el fomento forestal con estas características en el año 2008, con plantación en forma total, utilizando posturas en bolsas que se produjeron en el vivero forestal de la UBI San Marcos.

Se plantaron 96 posturas por cada especie a un marco de dos por dos metros, cubriendo una superficie de 384 metros cuadrados (16 por 24 m), para un total de 1 152 m².

El procedimiento para la plantación consistió en hacer un acondicionamiento del sitio basado en la eliminación con machete de los obstáculos (ramas secas, espinas y lianas) y apertura de hoyos de plantación con la utilización de picos; efectuándose entre los meses de julio y agosto.

2.2.4 Toma de datos en campo

2.2.4.1 Determinación de la cantidad de parcelas a muestrear

Plantean Cárdenas *et al.* (2008), que para los brinzales se deben establecer parcelas de muestreo de dos por dos metros y una intensidad del 0,016 %. Además plantean que: "La selección del área se puede hacer de manera aleatoria o sistemática. Si se utiliza el muestreo sistemático, se debe determinar previamente las direcciones y distancias para la instalación de las parcelas.

Usualmente se prefiere realizar un muestreo sistemático, ya que facilita el acceso y agiliza las labores de campo”.

En el área de estudio el muestreo de las parcelas en las plantaciones de roble, júcaro y algarrobo se hizo en forma totalmente aleatoria, para lo cual se dividió cada una de estas plantaciones en parcelas de 16 m² (cuatro por cuatro metros), resultado 24 de ellas. La cantidad a evaluar se define aplicando el método de área fija.

2.2.4.2 Aplicación del método de muestreo de área fija

Se aplicó el método de muestreo de área fija, pues con este método la superficie evaluada es proporcional y consecuente con la frecuencia de los individuos que en ella se presentan, los pasos para este trabajo son:

- 1- Calcular la cantidad de parcelas a evaluar, en primera instancia se aplicó la fórmula:

$$f = \frac{n}{N} * 100$$

Donde: f – Intensidad de muestreo porcentual

n – Número de parcelas a muestrear

N – Total de parcelas

- 2- Determinación de la media aritmética

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

3- Determinación de la varianza por la fórmula:

$$s_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \left(X_i - \bar{x} \right)^2}{n-1}$$

4- Determinación de la desviación estándar

$$s_x = \sqrt{s_x^2}$$

5- Determinación de la varianza de la media

$$s_{\bar{x}}^2 = \frac{s_x^2}{n} \left(1 - f \right)$$

Donde la proporción de muestreo $f = n / N$

6- Determinación del error estándar

$$s_{\bar{x}} = \pm \frac{s_x}{\sqrt{n}} \sqrt{(1-f)}$$

7- Determinación del coeficiente de variación

$$cv = s_x \% = \frac{s_x}{\bar{x}} * 100$$

8- Determinación de la varianza de la media relativa

$$v_{\bar{x}}^2 = \frac{s_{\bar{x}}^2}{\bar{x}^2} = \frac{(cv)^2}{n} (1-f)$$

9- Determinación del error estándar relativo

$$v_{\bar{x}} = \pm \frac{s_{\bar{x}}}{\bar{x}} * 100$$

10- Determinación del error de muestreo

a) Error de muestreo absoluto

$$E_a = \pm t * s_{\bar{x}}$$

b) Error de muestreo relativo

$$E_r = \pm \frac{t * s_{\bar{x}}}{\bar{x}} * 100$$

Determinación del número de unidades de muestreo:

Para este aspecto se necesita verificar si la población se comporta como finita o infinita partiendo del número de muestras utilizadas en el inventario inicial:

$$f = n / N$$

Si resulta $(1 - f) < 0,98$; entonces se asume que la población es finita.

La intensidad de muestreo adecuada debe ser calculada con una de las fórmulas presentadas para población finita, en función de la varianza o del coeficiente de variación, en este caso se realizó en función de la varianza por la fórmula:

$$n = \frac{Nt^2 s_x^2}{NE^2 + t^2 s_x^2}$$

Donde: $E = (LE/100) * \bar{X}$

LE es el límite de error de muestreo admitido = 10 %

2.2.5 Evaluación del establecimiento de las especies plantadas

Los índices utilizados para dar por establecido la plantación se corresponden con lo señalado por Anónimo (2010), y que se refiere a:

- 1.- El porcentaje de supervivencia: Será el mínimo requerido según la especie, marco de plantación, objetivo de la plantación, condiciones de sitio, sistema silvicultural, etc., siempre que el diseminado o el brinzal estén bien distribuidos en el área, lo que se puede determinar mediante un muestreo.
- 2.- El porcentaje de plantas sanas y con buenas características morfológicas: Es tal que garantizará que la calidad del bosque será buena y que habrá suficientes individuos para hacer las selecciones que demanden las intervenciones silviculturales.

3.- El crecimiento y desarrollo: Deberá estar en correspondencia con la especie, la edad, las condiciones del sitio y las atenciones culturales recibidas, de modo que se tenga la mayor seguridad posible que, salvo contingencias mayores (un huracán por ejemplo), el repoblado garantizará el bosque deseado.

Por otra parte según refieren Cárdenas *et al.* (2008), se clasifica a la regeneración como brinzal cuando la altura está entre 0,30 y 1,50 m.

Se medirá la iluminación bajo el dosel del marabú y en el exterior para tenerlo como referencia. En las posturas se medirá la altura con una regla graduada en centímetros y el diámetro con un pié de rey en milímetros. Las mediciones se efectuaron en marzo de 2010 y de 2012.

Para el registro de la información se utiliza modelos como el que se muestra en el anexo 1y 2, la estructurada es de la siguiente forma:

- a) Altura alcanzada por el plantío: Se numeran las 8 filas y las 12 columnas, además se recoge los siguientes datos: nombre de la especie, réplica, dispone de espacio para realizar observaciones al pié o dentro del escaque, con saetas de colores se indica la dirección en que se anotan los datos; por ser este un proceso continuo y ante la necesidad de mantener correspondencia entre la posición del dato en el registro y la ubicación de la planta en el espacio de la parcela.

Para medir la altura alcanzada por las plantas, y evitar accidentes al inclinarse o agacharse pues ***D. cinérea*** conserva gran número de espinas, se construyó una escala deslizante a partir de dos barras de aluminio y una cinta métrica y de un metro de longitud. A ras del extremo superior de la barra fija se realiza la lectura, al mover hacia arriba la otra barra donde se encuentra adherida la cinta métrica con la escala que aumenta hacia la base, en el extremo inferior de la barra deslizante se

encuentra un puntero para señalar el extremo superior de la planta a medir.

- b) Identificación de las posturas plantadas. Se colocará en los extremos de cada surco una estaquilla de 40 - 50 cm de alto, en su extremo superior se le situará una chapilla de aluminio pintada de color verde, donde se escribe con lápiz los siguientes datos:

- 1- Réplica, con números romanos que van del I al III.
- 2- Especie, se identifica con una letra en mayúscula (A- **S. saman**, R- **T. angustata** y J- **B. buceras**).
- 3- Surco identificado con números arábigos que van del 1 al 12.

- c) Para facilitar la orientación espacial durante el proceso de medición. No obstante contar en los extremos de los surcos con identificación, resulta muy fácil perder la orientación en un sitio donde la visión es interrumpida por la presencia de los fustes de **D. cinérea**, como solución se procede a ubicar en los extremos y el centro de cada surco estacas de 80 cm de alto con tarjetas de cartón de 10 X 10 cm, de color rojo por una cara y blanco por la otra, orientando siempre el mismo color en el sentido de la toma de datos, este marcaje se hace en cuatro surcos, una vez medidos estos surcos se procede a recoger y trasladar a los próximos 4 surcos.

- d) Iluminación: Se utilizará un luxómetro expresada en lux (lx)

- a) El modelo (anexo 2) permite registrar la fecha, condición de nubosidad, la escala en que se toma las seis lecturas para cada sitio y las 13 filas necesarias.
- b) El equipo a emplear es un luxómetro analógico construido en la URSS en el año 1990, modelo IU-117, estandarizado y en condiciones de ser utilizado.
- c) Procedimiento para realizar las lecturas.

Es necesario efectuar un registro rápido de la iluminación, condicionado por ser esta una variable meteorológica muy inestable en el tiempo debido a interferencias locales como el desplazamiento de nubes, el acontecer de lluvias aisladas y la presencia de humo o polvo en la atmósfera.

Las lecturas de la iluminación se realizarán entre las 12 y 13 horas, el sensor es sostenido con el brazo extendido al frente y a un metro sobre el suelo; por encontrarse la mayor parte de las plantas por debajo y de esa altura. Los puntos donde se efectúan las lecturas son consecutivamente marcados para establecer un itinerario de fácil movimiento, los puntos son determinados al azar, como el lugar de intersección de las mediatrices de las cuatro plantas aledañas, representan el 8 % del total posible (77).

2.2.6 Procesamiento de la información

Utilizando la hoja de cálculo Microsoft Office Excel 2003 se procesó y graficó la información para definir el número de parcelas a evaluar según el método de área fija.

2.3. Resultados y discusiones

2.3.1 Caracterización climática

Para caracterizar las condiciones en que se desarrolla la vida de las plantas es importante conocer la distribución y oscilación de las temperaturas y precipitaciones durante el ciclo de sus vidas, por ello se confeccionó el climodiagrama, que se presenta en la figura 3 y donde se puede apreciar la presencia de dos períodos con diferencias bien marcadas, uno húmedo que corresponde a los meses más cálidos (de abril a finales de octubre) y el otro seco, coincide con el invierno (desde noviembre hasta marzo).

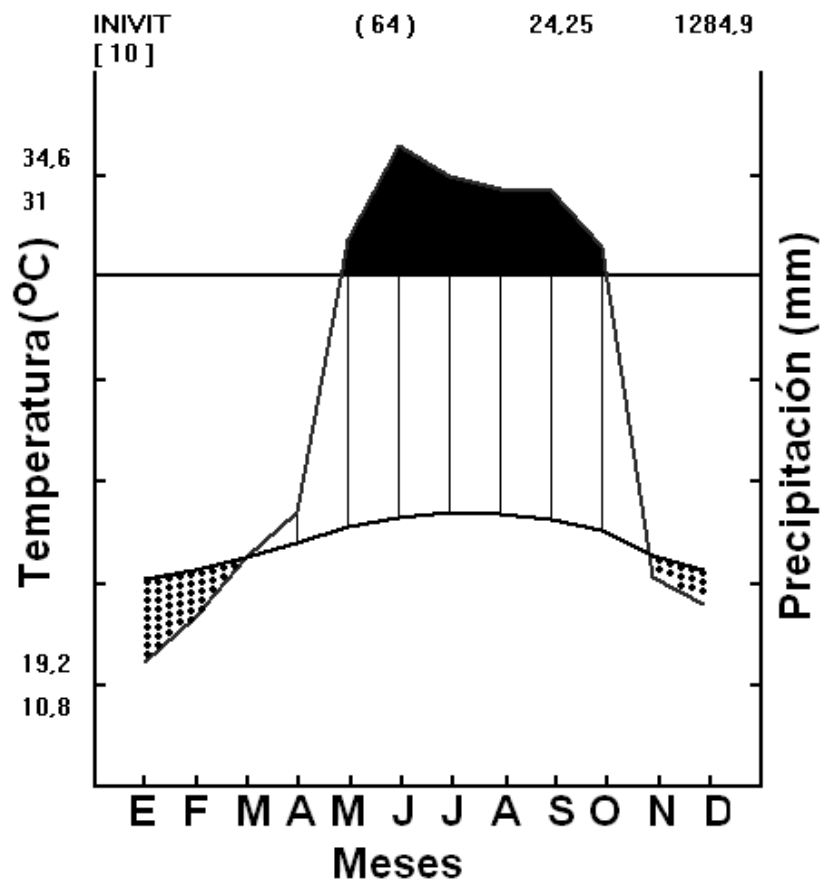


Figura 3. Climodiagrama correspondiente al sitio de estudio

Dentro de este período húmedo se presenta una época donde ocurren precipitaciones sobre los 100 mm (en la figura está coloreado de negro), son lluvias en exceso para las necesidades hídricas de las plantas y corresponde a los meses de mayo hasta septiembre. Con un promedio mensual de las lluvias para el período de 184,5 mm.

2.3.2 Condiciones de iluminación en el área de estudio

Como se puede apreciar en la figura 4, el comportamiento de la iluminación en el exterior oscila alrededor de los 30 klx, con una ligera disminución en la quinta lectura. Se manifiesta en el área plantada de júcaro, bajo el dosel del marabú, una disminución de la iluminación desde el punto 4 al 6, indicando un aumento en la densidad del dosel; en las plantaciones de algarrobo y roble es estable la densidad de la cubierta, según se puede observar.

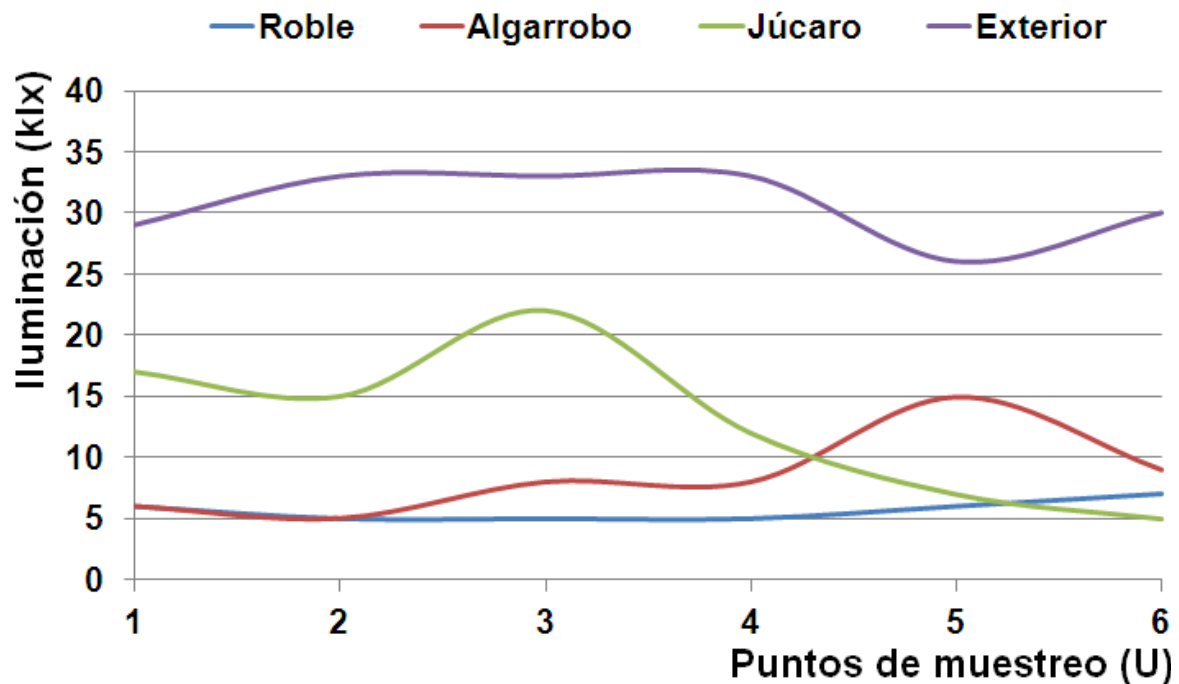


Figura 4. Comportamiento de la iluminación en el área de estudio

2.3.4 Disposición espacial de las parcelas muestreadas

Está representada en la figura 5 la distribución espacial de las 12 parcelas muestreadas totalmente al azar en la plantación de roble.

1	5				21
2			14		22
		11	15	19	
	8	12			24

Figura 5. Distribución espacial de las parcelas muestreadas en el roble

En la figura 6 se representa la distribución espacial de las 10 parcelas muestreadas totalmente al azar en la plantación de júcaro.

		9	13		21
2	6				
					23
4		12	16	20	

Figura 6. Distribución espacial de las parcelas muestreadas en el júcaro

En la figura 7 se representa la distribución espacial de las 23 parcelas muestreadas totalmente al azar en la plantación de algarrobo, solamente quedó sin muestrearse la parcela 16.

1	5	9	13	17	21
2	6	10	14	18	22
3	7	11	15	19	23
4	8	12		20	24

Figura 7. Distribución espacial de las parcelas muestreadas en el algarrobo

Los resultados de la aplicación del método de muestreo de área fija en la plantación de roble se presentan en la tabla 2, en ella se muestrearon 12 parcelas, y como se puede apreciar el tamaño de la muestra calculada resultó mayor para la altura, indicando que es el elemento más variable.

Tabla 2. Determinación de las parcelas a muestrear en el roble

Indicador	Variables		
	h (cm)	D (mm)	% Sv
Media	47,55	10,65	93,75
Varianza	102,36	2,64	127,84
Desvi. Standard	10,12	1,63	11,31
Varianza de la media	4,27	0,11	5,33
Error estándar = $\pm$	2,07	0,33	2,31
Error estándar relativo	4,34	3,11	2,46
Coefficiente de variación	21,28	15,26	12,06
Varianza de la media relativa	18,86	9,70	6,06
Error de muestreo absoluto	4,27	0,69	4,78
Error de muestreo relativo	8,99	6,44	5,09
Intensidad de muestreo	0,50	0,50	0,50
E=	4,75	1,07	9,38
Tamaño de muestra calculada	10,72	7,04	4,94
Intensidad de muestreo calculada	0,45	0,29	0,21

Al aplicar el método de muestreo de área fija en la plantación de júcaro, donde se evaluaron 10 parcelas, se encontró que el elemento más variable es la altura con un tamaño de muestra calculada de 8 parcelas (ver tabla 3).

Tabla 3. Determinación de las parcelas a muestrear en el Júcaro			
Indicador	Variables		
	h (cm)	D (mm)	% Sv
Media	64,98	8,74	92,50
Varianza	111,80	1,35	145,83
Desvi. Standard	10,57	1,16	12,08
Varianza de la media	6,52	0,08	8,51
Error estándar = $\pm$	2,55	0,28	2,92
Error estándar relativo	3,93	3,21	3,15
Coefficiente de variación	16,27	13,28	13,06
Varianza de la media relativa	15,45	10,29	9,94
Error de muestreo absoluto	5,28	0,58	6,03
Error de muestreo relativo	8,13	6,64	6,52
Intensidad de muestreo	0,58	0,58	0,58
E=	6,50	0,87	9,25
Tamaño de muestra calculada	7,70	5,74	5,60
Intensidad de muestreo calculada	0,32	0,24	0,23

En la tabla 4 se presentan los resultados de aplicar el método de muestreo de área fija en la plantación de algarrobo; donde fue necesario evaluar 23 de las 24 parcelas para las 3 variables en estudio, como lo demuestran los resultados del tamaño de muestra calculado (ver tabla 4). Los valores de altura y supervivencia son muy inferiores a los alcanzados por esta plantación en marzo del 2010 como se puede apreciar en las figuras 8 y 9 respectivamente.

Tabla 4. Determinación de las parcelas a muestrear en el algarrobo			
Indicador	Variables		
	h (cm)	D (mm)	% Sv
Media	21,48	4,85	20,65
Varianza	564,10	17,26	321,15
Desvi. Standard	23,75	4,15	17,92
Varianza de la media	1,02	0,03	0,58
Error estándar = $\pm$	1,01	0,18	0,76
Error estándar relativo	4,71	3,65	3,69
Coeficiente de variación	110,58	85,70	86,77
Varianza de la media relativa	22,15	13,30	13,64
Error de muestreo absoluto	2,09	0,37	1,58
Error de muestreo relativo	9,74	7,55	7,64
Intensidad de muestreo	0,04	0,04	0,04
E=	2,15	0,48	2,07
Tamaño de muestra calculada	22,95	22,30	22,34
Intensidad de muestreo calculada	0,96	0,93	0,93

La altura media alcanzada en el algarrobo en el año 2010 es superior a las otras especies, como se puede apreciar en la figura 8. No se comporta igual en el año 2012, donde presenta una apreciable disminución. Se destaca en esta dinámica el júcaro, quien respecto al roble en los dos últimos años tiene un incremento mayor.

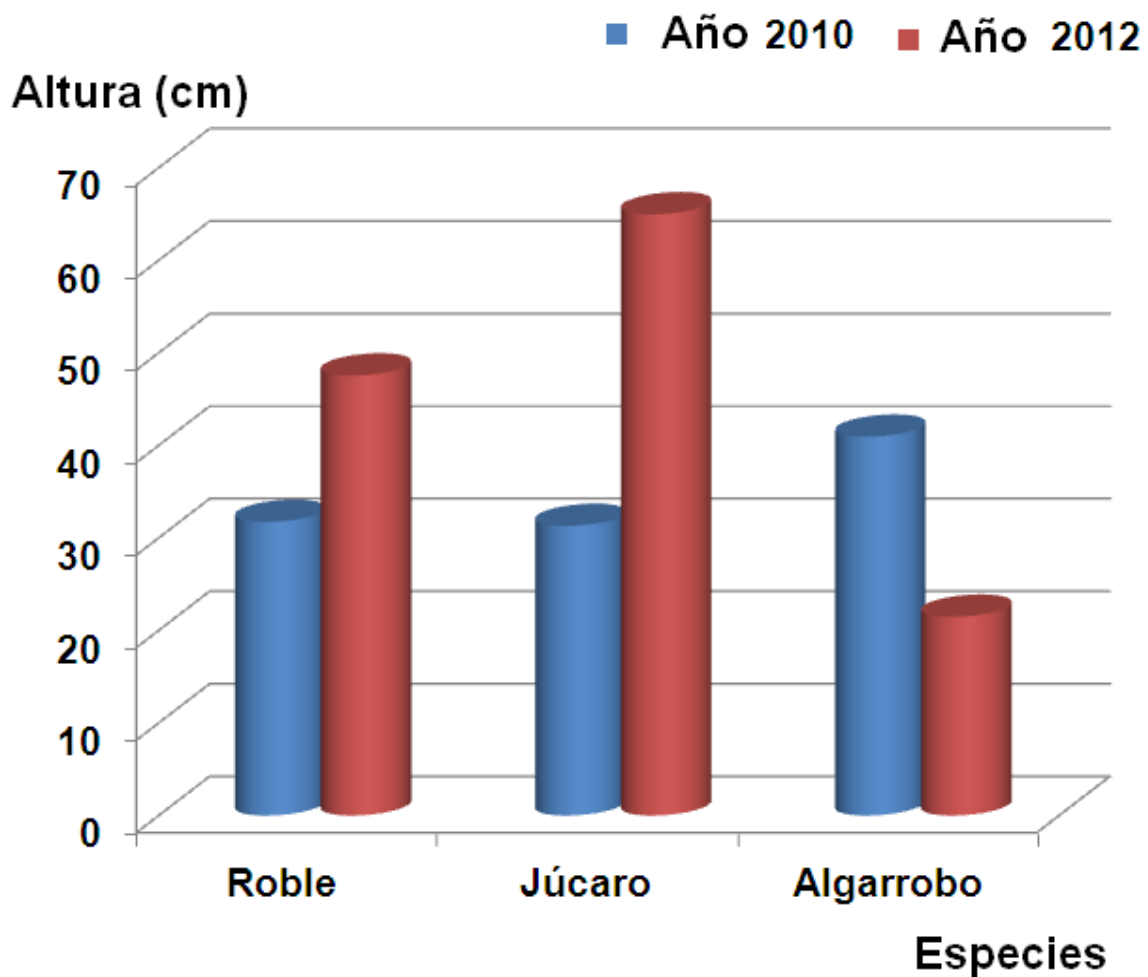


Figura 8. Dinámica de la altura media

Se puede hacer un análisis de la supervivencia con basamento en la figura 9, de ella se puede expresar que: el algarrobo es una especie que no ha encontrado

buenas condiciones para su presencia, bajo las condiciones que impone *D. cinerea*. Criterio diferente es el que se puede emitir sobre el comportamiento del roble y júcaro, especies que mantienen una buena población.

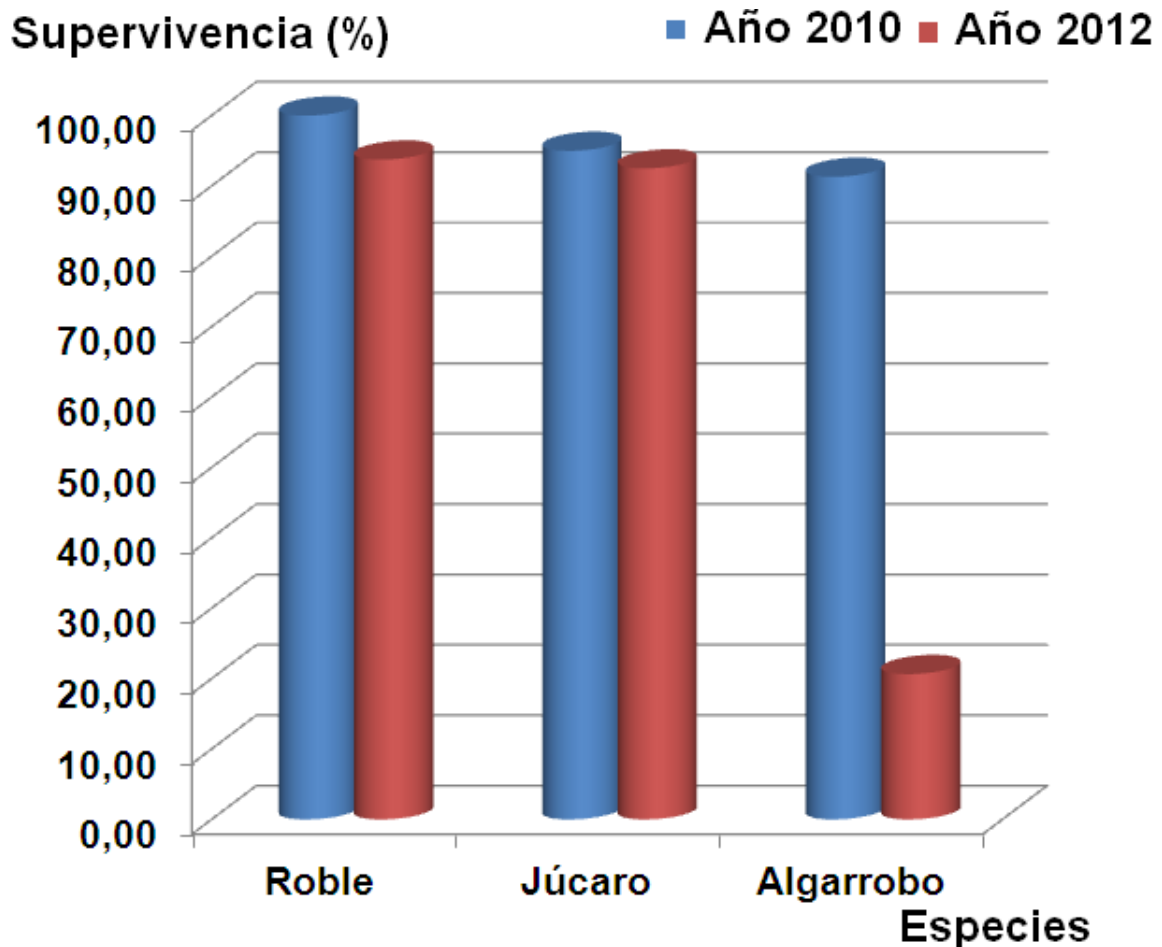


Figura 9. Dinámica de la supervivencia

El análisis del comportamiento gráfico (figura 10), de la altura media para las tres especies en las parcelas evaluadas, siguiendo una visual longitudinal a las parcelas (ver figura 5, 6 y 7), se puede apreciar que: a pesar de estar bajo condiciones irregulares que establece en forma natural la presencia de *D. cinerea*, las tres especies manifiestan una tendencia muy cercana a la línea

horizontal, indicando pocas diferencias en este sentido y sólo se aprecia disminución para la línea 4 en el algarrobo y el roble.

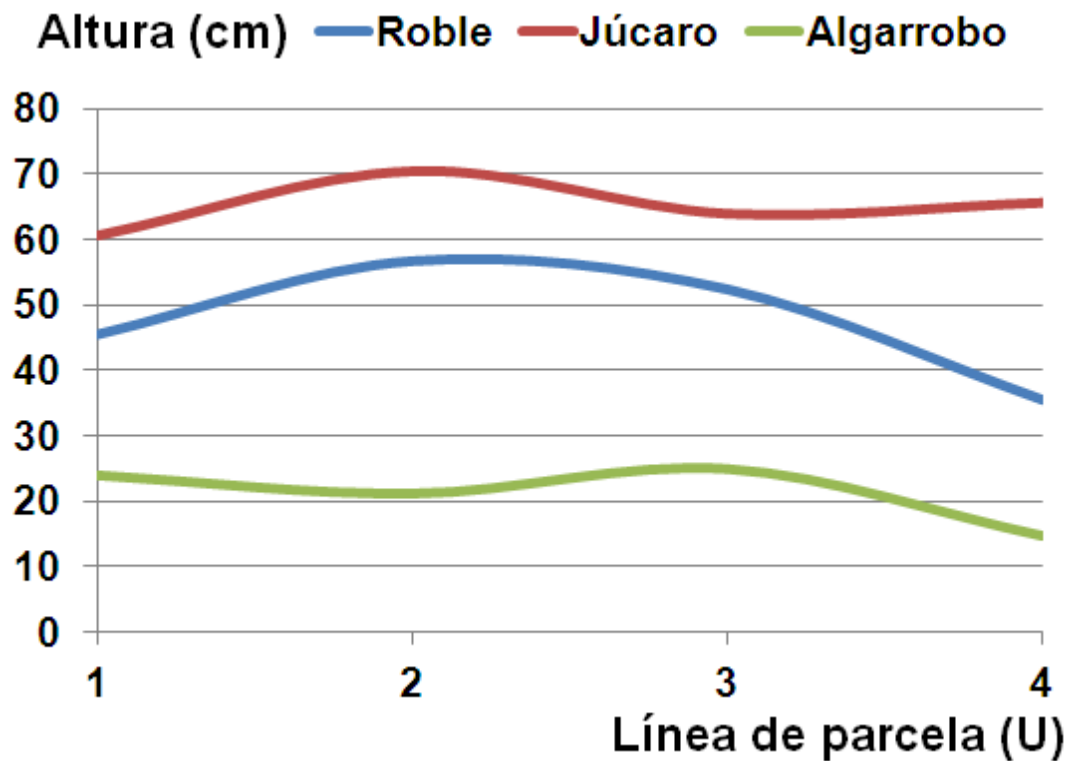


Figura 10. Altura media - comportamiento longitudinal en las parcelas

Al analizar la altura media; desde una visual en el sentido transversal de las parcelas (ver la figura 11), donde hay cuatro líneas de parcelas, se pone de manifiesto un comportamiento muy cercano a la horizontal para el roble y el

júcaro, mientras el algarrobo tiene una marcada tendencia a disminuir en altura hacia el centro.

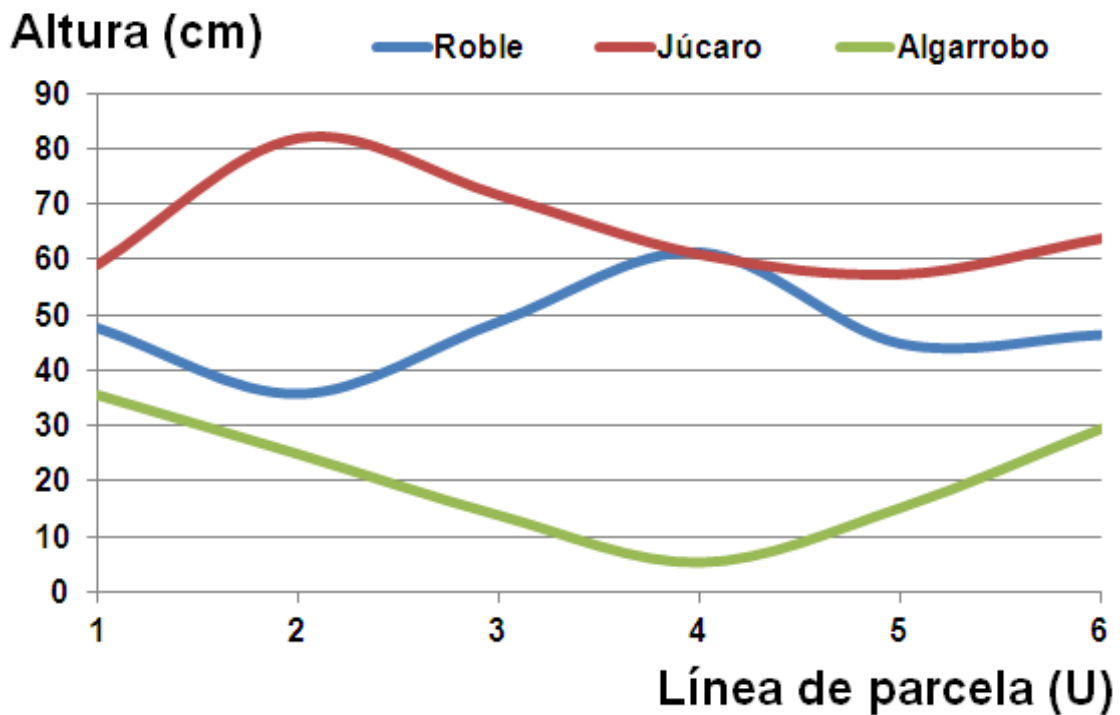


Figura 11. Comportamiento transversal de la altura media

El comportamiento gráfico del diámetro basal medio de las especies, en sentido transversal a las parcelas, podemos verlo en la figura 12, donde se destaca el algarrobo con una pronunciada disminución entre las líneas de plantas 3 y 5, mientras el roble y el júcaro oscilan en forma horizontal, indicando similitud en la influencia de las condiciones creadas por *D. cinerea* sobre esta variable.

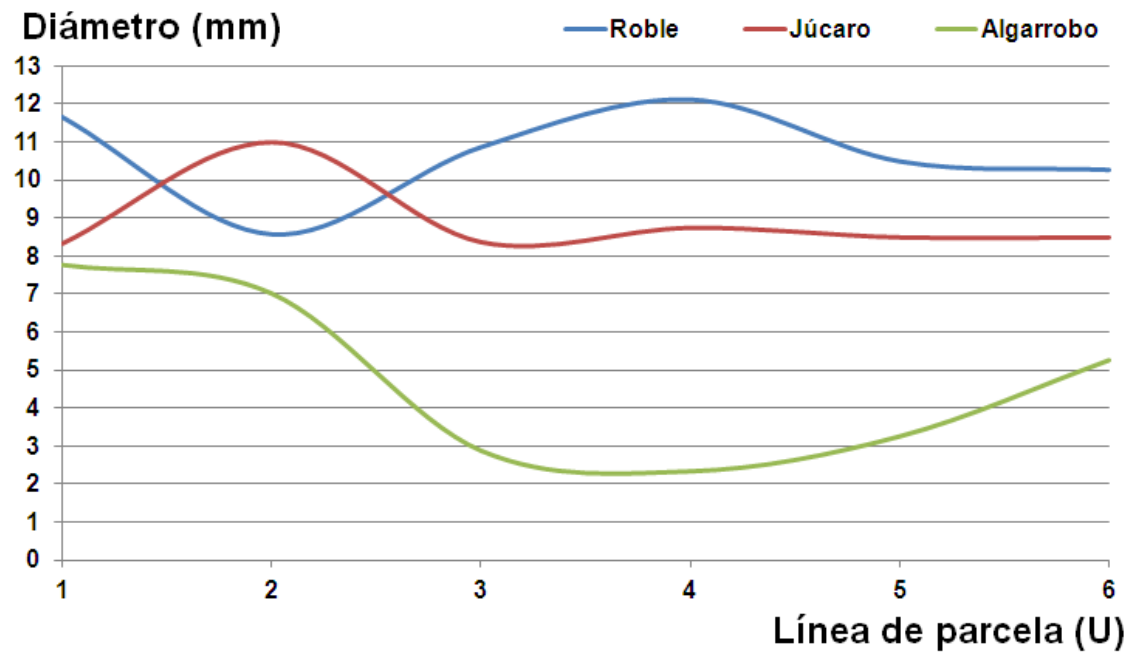
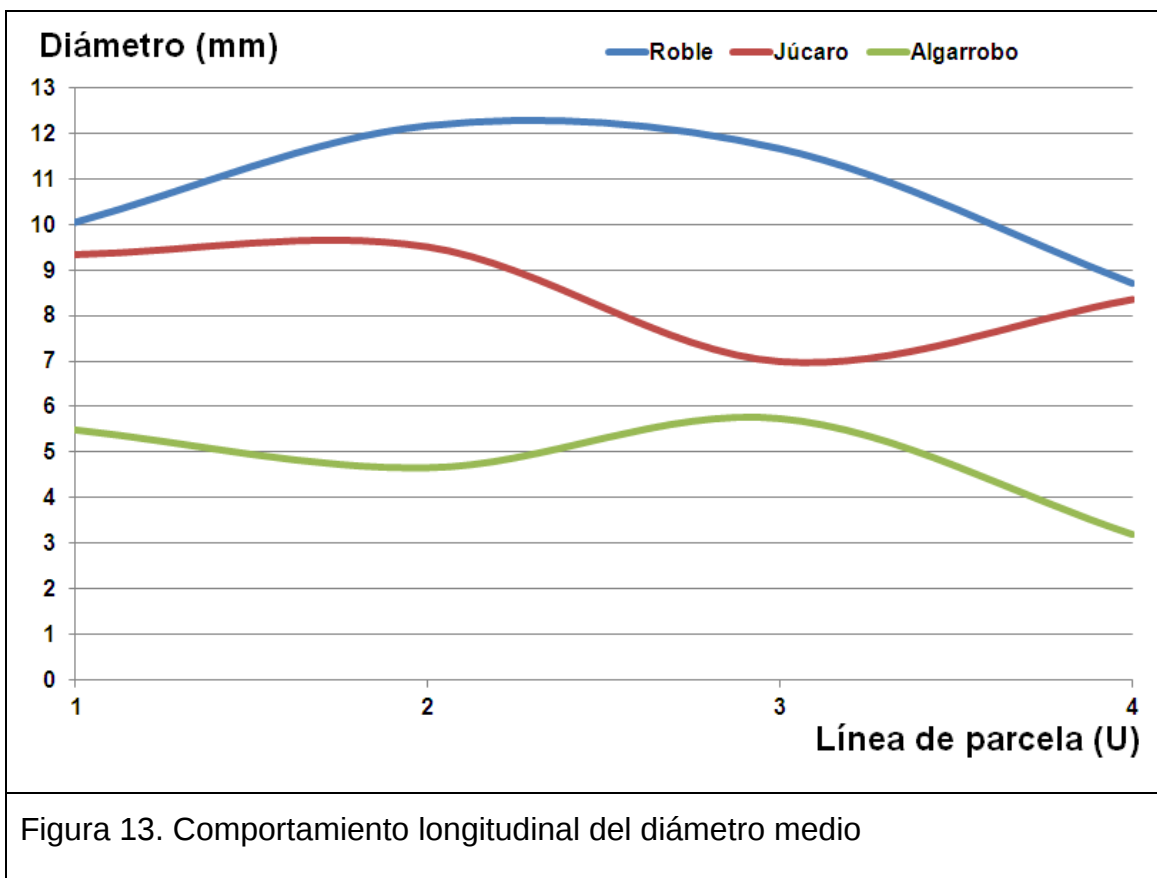


Figura 12. Comportamiento transversal del diámetro medio

Al observar el comportamiento del diámetro basal medio (ver figura 13), desde una visual en el sentido longitudinal de las parcelas, se aprecia en el roble una tendencia ligera al incremento hacia las líneas centrales y en las restantes especies la tendencia es a una ligera disminución en las líneas finales, no obstante se puede plantear que existe similitud en la influencia de las condiciones del medio.



El comportamiento de la supervivencia en sentido transversal a las parcelas se puede observar en la figura 14, con una manifiesta semejanza para el roble y júcaro, confirmando la conclusión de León (2010), quien plantea sobre especies del bosque nativo que: "Dentro del espacio ocupado por la especie invasora comienzan a aparecer especies propias del bosque nativo". El algarrobo se mantiene estable alrededor del 20 % de supervivencia, por este motivo se puede considerar muerta la plantación.

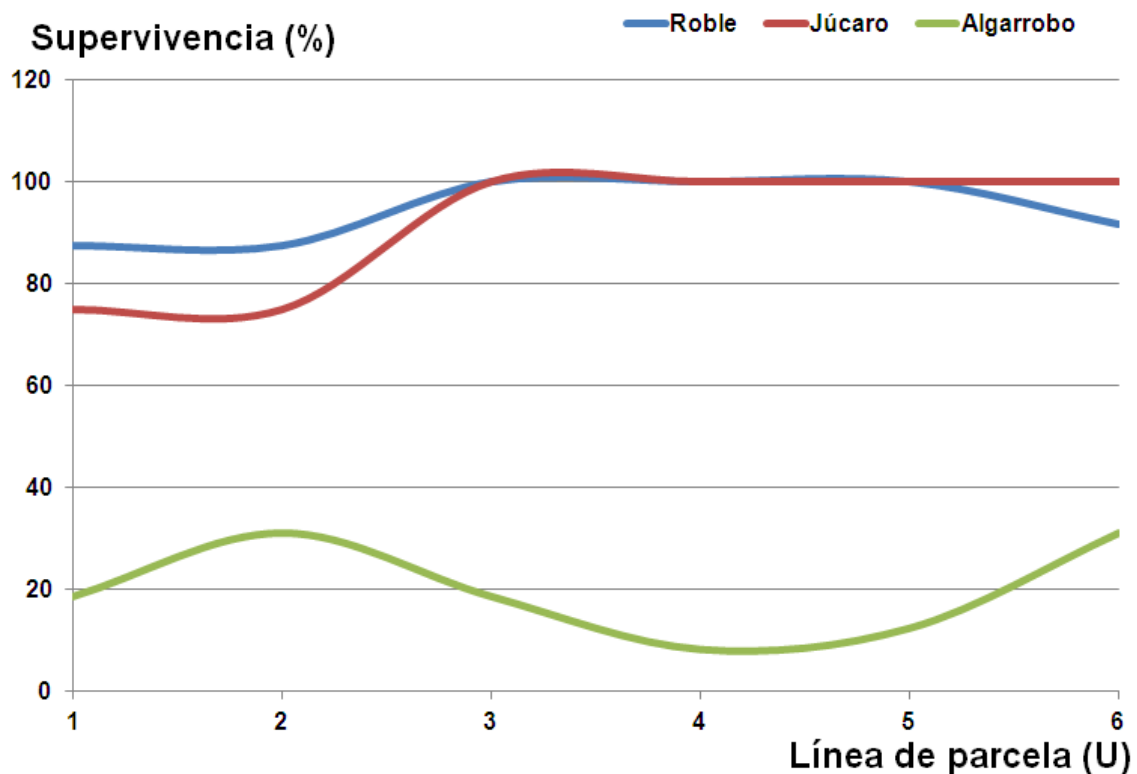


Figura 14. Comportamiento transversal de la supervivencia

La supervivencia se comporta en las parcelas desde una visual en sentido longitudinal, ver la figura 15, con una manifiesta tendencia a oscilar levemente sobre una línea horizontal, indicando que no es marcada la influencia de las condiciones del medio sobre la variable desde este perfil.

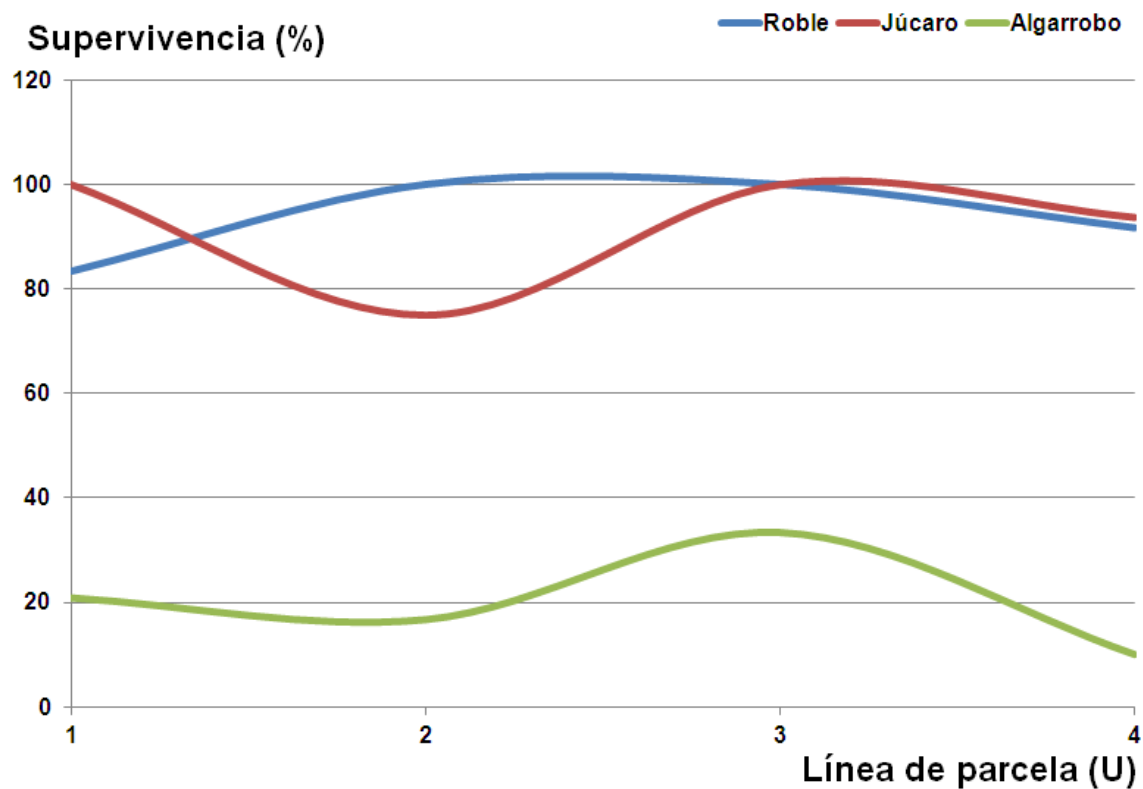


Figura 15. Comportamiento longitudinal de la supervivencia

2.3.5 Evaluación del establecimiento de las especies plantadas

a) El porcentaje de supervivencia:

Siguiendo los criterios existentes sobre el establecimiento de las plantaciones forestales en Cuba, podemos plantear en base a los valores medios alcanzados en supervivencia que: el roble y el júcaro con 94 y 93 % respectivamente, se pueden dar por establecidas; mientras que el algarrobo con 21 %, se le debe considerar como dada de baja.

b) El porcentaje de plantas sanas y con buenas características morfológicas:

De las parcelas muestreadas, en la tabla 5, se muestra la cantidad de plantas dañadas y mal formadas. Como se puede apreciar el roble presenta un 11 % de

las plantas dañadas, las mismas se encuentran en estado de recuperación y bien formadas. El júcaro no presenta plantas dañadas y el estado general es bueno, con todas las plantas bien formadas. Caso totalmente diferente es el del algarrobo que presenta el 21 % de las plantas dañadas y en la copa es generalizada la presencia de una estructura pobre en follaje, con tendencia al descenso de copa, muerte de la yema apical y por ello aparecen en las plantas ramificación lateral.

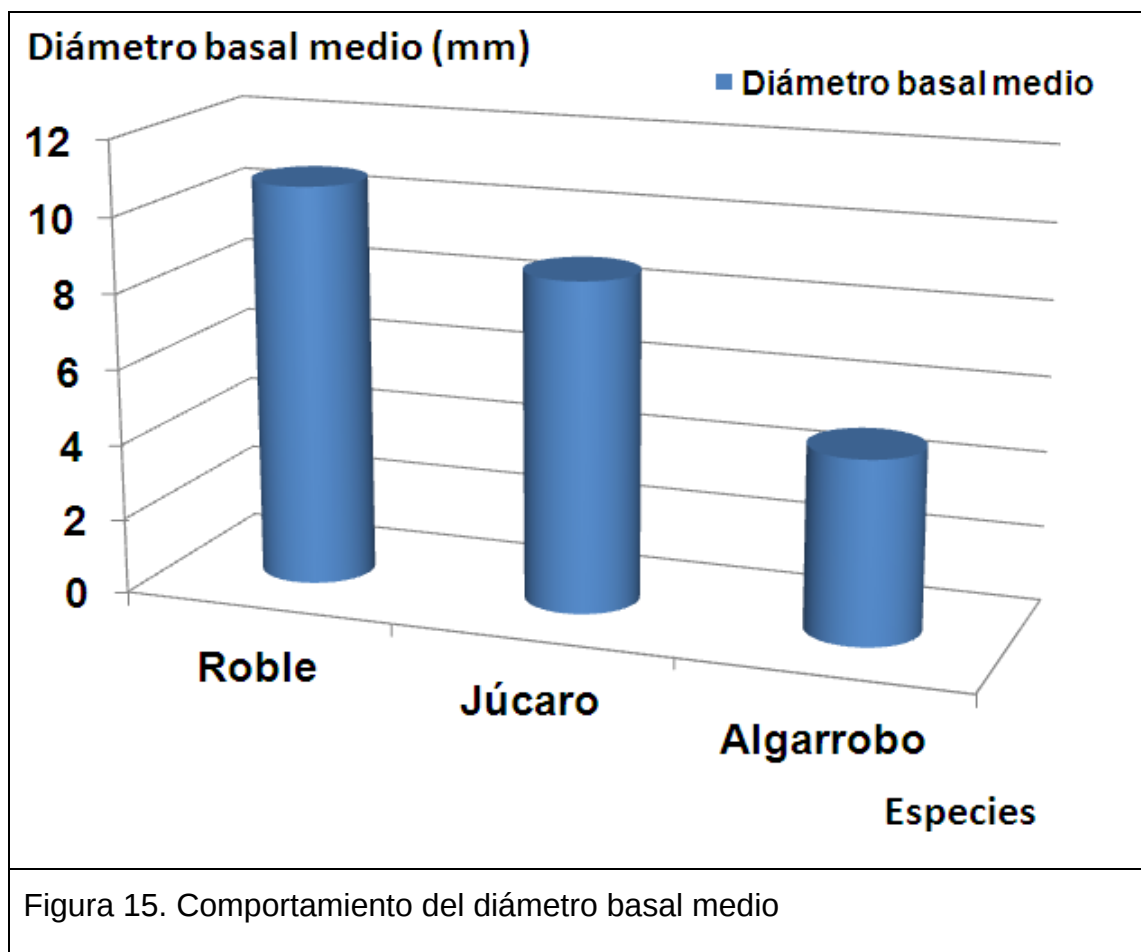
Tabla 5. Cantidad de plantas dañadas

Especie	Plantas dañadas por parcelas						Total	%
Roble	1	0				1	5	11
	0			0		0		
			1	0	1			
		0	1			0		
Júcaro			0	0		0	0	0
	0	0						
						0		
	0		0	0	0			
Algarrobo	1	1	0	0	0	0	4	21
	0	0	1	0	0	0		
	0	0	0	0	0	0		
	0	1	0		0	0		

c) Crecimiento y desarrollo:

Como se puede apreciar en la figura 8, el incremento en altura es satisfactorio para el roble y júcaro, siendo más marcado en este último, mientras que en el algarrobo se presenta con una disminución equivalente a la mitad de la altura que tenía en el 2010.

El diámetro basal medio del roble y el júcaro como se puede apreciar en la figura 16, es muy similar, ligeramente superior para el primero; por otra parte en el algarrobo es la mitad del alcanzado en el roble, indicando una marcada inferioridad respecto a las demás especies.



3. CONCLUSIONES

3. CONCLUSIONES

En correspondencia con los resultados obtenidos se pudo arribar a la siguiente conclusión:

- 1- Se reporta para la provincia Cienfuegos, el establecimiento del roble y el júcaro, y la muerte del algarrobo bajo las condiciones descrita.

4. RECOMENDACIONES

4. RECOMENDACIONES

A partir de los resultados obtenidos se puede hacer la siguiente recomendación:

- 1- Continuar en San Marcos con el fomento forestal de las especies roble y júcaro, cuando *D. cinerea* se encuentre en las condiciones descritas en este trabajo y no sea posible la aplicación del método tradicional para su erradicación.
- 2- Continuar la evaluación de las parcelas establecidas, durante las fases de latizal y fustal.
- 3- Extender la experiencia con otras especies de la flora nativa de importancia económica y presentes de forma natural en la localidad.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albert, T. (2001). Colecta y potencialidades del germoplasma forrajero arbóreo en diferentes ecosistemas, 2.
- Álvarez, P. A (último). (2005). Valoración silvícola para el enriquecimiento de bosques naturales sobreexplotados., Vol. 24, 3-11.
- Anónimo. (2010). Mantenimiento Inicial de las Plantaciones, 8.
- Asamblea Nacional del Poder Popular. (1998). 85 (Ley forestal).
- Betancourt, (último). (2000). Árboles maderables exóticos en Cuba.
- Caballero, C. (n.d.). Manejemos el bosque, 66.
- Cain (último). (1951). Fundamentos de fitogeografía.
- Carrobello (último). (2007). Marabú. La plaga verde.
- Castro (último). (2010). Desaparezca el hambre y no el hombre.
- Centro Nacional de Sanidad Vegetal (último). (2008). Programa de manejo integrado para pastos.
- Dany (último). (2010). Making the grade. Sun & Wind Energy.
- Del Risco (último). (1995). Los bosques de Cuba.
- Donoso (último). (1989). La silvicultura desde la perspectiva ecológica – conservacionista.
- Enciclopedia Libre Universal en Español (último). (2010). Diagrama de Walter-Lieth.
- Environmental Policy Research Centre (último). (2011). Plan de Acción Transnacional para Europa Central, 34.
- FAO (último). (1994). El desafío de la ordenación forestal sostenible, 122.
- Herrera (último). (2006). Tesis en opción al grado científico de doctor en ciencias: Sistema de clasificación artificial de las magnoliatas sinántropos de Cuba.

- Karez, S. (2008). Especies exóticas invasoras en las Reservas de Biosfera de América Latina y el Caribe, 305.
- León (último). (2010). Comportamiento del marabú.
- Mercadet. (2007). Bosques de Cuba., 16.
- Ramos, M. (n.d.). El marabú: ¿plaga o recurso natural?
- Rodríguez, C. (2004). Estudio de caso sobre la mitigación del cambio climático por los bosques.
- Rosete, L. (2009). Guanacahabibes donde se guarda el sol de Cuba.
- Salazar, B. (2012). Inducción de la sucesión vegetal para la rehabilitación de terrenos degradados por la minería.
- Samek (último). (1974). Elementos de silvicultura de los bosques latifolios, 325.
- Varona, Á. P. A. (2009). Silvicultura. Editorial Félix Varela, 354.
- Walter (último). (1971). Ecology of tropical and subtropical vegetation., 359.

6. ANEXOS.

6. ANEXOS

Anexo 1. Ejemplo de modelo para registrar las mediciones en las posturas

	Réplica No. 1	Fecha	20 de marzo de 2010						
		Supervivencia (%)	96	Desv. Estandar	25,9	Altura media	4		
	Algarrobo	Total de muertas	4	Altura media (sin tener en cuenta las muertas)	5				
	1	2	3	4	9	10	11	12	
1	55	32	27	53	56	32	62	14	
2	81	45	29	75	16	22	67	0	
3	38	56	49	28	39	35	36	30	
4	50	76	43	4	46	97	37	44	
5	36	32	25		33	20	49	66	
6	72	54	38		44	30	0	25	
7	7	41	29		36	57	50	89	
8	89	39			69	74	42	0	

Anexo 2. Ejemplo de modelo para registrar la iluminación (klx)

Fecha: 20 de marzo de 2010								
Estado de la nubosidad:								
Fila №	Escala	Sitio	Lecturas					
			1	2	3	4	5	6
1	100	I R	5	4	24	4	10	6
2	100	I A	6	6	12	4	7	6
3	100	I J	4	7	6	8	6	6
4	100	Ext.	33	35	33	32	40	30
5	100	II R	6	5	5	5	6	7
6	100	II A	6	5	8	8	15	9
7	100	II J	17	15	22	12	7	5
8	100	Ext.	29	33	33	33	26	30
9	100	III J	4	7	5	8	5	2
10	100	III R	3	2	2	3	2	2
11	100	III A	3	3	4	3	2	6
12	100	Ext.	25	33	28	26	24	24