

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ALGUNOS FACTORES EDAFICOS Y DASOMETRICOS RELACIONADOS
CON EL CRECIMIENTO Y COMPORTAMIENTO DE *Cedrela odorata* L.

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa Conjunto de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza para optar al grado de

Magister Scientiae

por

ALVARO CASTAING RIBA

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE.

Programa de Recursos Naturales Renovables

Turrialba, Costa Rica

DEDICATORIA

A mi esposa, por su apoyo moral,
esfuerzos y sacrificios

A mis hijos, como estímulo y
ejemplo de superación en sus vidas

A mis padres y hermanos,
con el cariño de siempre

AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar su agradecimiento a quienes colaboraron e hicieron posible la realización del presente estudio:

Al Dr. Gerardo Budowski, por sus valiosas sugerencias hechas al presente trabajo y revisión del mismo. Igualmente agradezco su gestión de apoyo ofrecida al autor.

Al Dr. Luis Fournier, por su solícita colaboración en la revisión del borrador.

Al Dr. Julio Henao, por su inestimable y amplia colaboración en el análisis estadístico, sugerencias y revisión hechas al borrador.

Al M. Sc. Luis Alberto Ugalde, por su invaluable ayuda en el asesoramiento y guía constante, que hicieron posible la conclusión y presentación final de este estudio, mi reconocimiento especial.

Al Dr. Alvaro Cordero, por la revisión del borrador y por haber presidido en su calidad de Coordinador del Programa de Posgrado UCR-CATIE, el Examen de Tesis.

Al Silvicultor Jacob L. Whitmore quien motivó al autor para la realización del presente estudio. Asimismo por su amplia colaboración para y en la realización del trabajo.

jo de campo.

Al Br. Juan Carlos Sánchez, por su valiosa y desinteresada colaboración en el trabajo de campo y en el transporte hasta los sitios de estudio.

A los señores del Laboratorio de suelos del CATIE, en especial al Señor Alfredo Picado, por sus servicios en el análisis de los suelos.

Al Biólogo y amigo, Guillermo Mata, por su oportuna orientación y ayuda para el ingreso al Programa de Posgrado UCR-CATIE.

Al Señor Gustavo López -del Centro de Cómputo del CATIE- por su valiosa colaboración en los análisis estadísticos.

A los Señores, Emilio Ortiz y al Biólogo y amigo, Edgar Suárez, por sus servicios en la confección de dibujos.

Al Ing. Guillermo Porras, compañero de estudios y amigo especial, por su generosa ayuda durante mis estudios y espíritu de solidaridad en los momentos difíciles.

Al Dr. José Miguel Jiménez, mi buen amigo, por su apoyo moral y guía valiosa, factores decisivos en la conclusión del presente trabajo.

A la Lic. María Eugenia Meoño de López, por su amistad y muestras de gran compañerismo, ofrecidos en los momentos más oportunos.

Al Gobierno de Alemania Occidental y a la Oficina de Asuntos Internacionales de la Universidad de Costa Rica -muy especialmente- por la concesión de la beca y financiamiento complementario, respectivamente, que hicieron posible la realización de Estudios de Posgrado en el CATIE.

A la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica y al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), por todas las facilidades y colaboración brindadas al autor.

BIOGRAFIA

El autor nació en la Ciudad de Alajuela, Costa Rica, en donde realizó sus estudios primarios y secundarios -en la Escuela Ascensión Esquivel y en el Instituto de Alajuela, respectivamente-. Siguió estudios universitarios en la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica, obteniendo los títulos de: Profesor en Biología y Química; Profesor en Ciencias Generales; Bachiller en Biología y de Licenciado en Biología, con Especialidad en Ecología.

Bajo el Programa de Posgrado UCR-CATIE, obtiene el grado de Magister Scientiae, con Especialidad en Ciencias Forestales.

Actualmente forma parte del personal docente de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica, en calidad de Profesor Asociado.

ESTA TESIS HA SIDO ACEPTADA EN SU FORMA PRESENTE POR LA
COMISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO DEL PROGRAMA CONJUNTO UCR-CATIE
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL GRADO DE

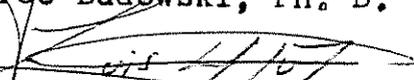
Magister Scientiae

JURADO:



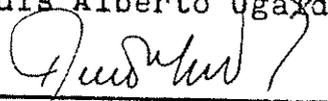
Profesor Consejero

Gerardo Budowski, Ph. D.



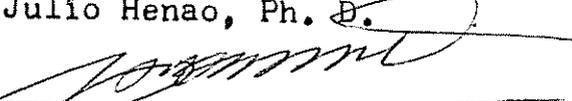
Miembro del Comité

Luis Alberto Ugalde, M. Sc.



Miembro del Comité

Julio Henao, Ph. D.



Miembro del Comité

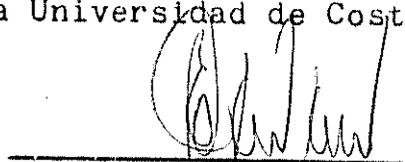
Luis Fournier, Ph. D.



Director del Programa de Estudios de Posgrado
en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales



Decano del Sistema de Estudios de Posgrado
de la Universidad de Costa Rica



Alvaro Castaing Riba
Candidato

INDICE

	Página
RESUMEN	XI
SUMMARY	XIV
LISTA DE CUADROS	XVI
LISTA DE FIGURAS	XVIII
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 El género <u>Cedrela</u>	4
2.1.1 Sinonimia y nombres vulgares de <u>C. odorata</u> L	6
2.2 Distribución geográfica de <u>C. odorata</u>	7
2.3 Ecología del género <u>Cedrela</u> (con énfasis en <u>C. odorata</u> sin.: <u>C. mexicana</u>)	7
2.3.1 Factores edáficos y climáticos y su rela- ción con el crecimiento de <u>C. odorata</u> ..	9
2.4 Algunos aspectos silviculturales de <u>C.</u> <u>odorata</u>	16
2.4.1 Regeneración natural de <u>C. odorata</u>	19
2.4.2 Sistemas de cultivo de <u>C. odorata</u>	22
2.4.3 Ataque y control de <u>Hypsipyla</u> <u>grandella</u>	29
3. MATERIALES Y METODOS	34
3.1 Descripción y características de las áreas de estudio	34
3.1.1 Plantación de San Carlos - Alajuela	34
3.1.2 Plantación de San Rafael - Alajuela	39
3.1.3 Plantación de Florencia Sur - Turrialba	41
3.1.4 Plantación de Bristol - Limón	43
3.2 Descripción de los métodos	44
3.2.1 Variables dasométricas, selección de muestras y épocas de medición	46

3.2.2	Evaluación de ataque de <u>Hypsipyla grandella</u>	49
3.2.3	Características físicas del suelo, métodos y épocas de muestreo	50
3.2.4	Análisis estadístico	55
4.	RESULTADOS	57
4.1	VARIABLES DASOMÉTRICAS MEDIDAS	57
4.1.1	Edad de los rodales	57
4.1.2	Número promedio de árboles de <u>C. odorata</u> por hectárea	57
4.1.3	Porcentaje de sobrevivencia	59
4.1.4	Diámetro, área basal e incrementos por sitio	59
4.1.5	Alturas e incrementos	60
4.1.6	Factor de forma	61
4.1.7	Volumen e incremento	61
4.2	Evaluación de la forma de los árboles	63
4.3	Ataque de <u>Hypsipyla grandella</u> y porcentaje de mortalidad en <u>C. odorata</u>	64
4.4	Características físicas del suelo	67
4.5	Análisis de relaciones edáfico-dasométricas	71
4.6	Análisis de relaciones diámetro-altura	73
5.	DISCUSION	78
5.1	Edad de los rodales	78
5.2	Porcentaje de sobrevivencia	78
5.3	VARIABLES DASOMÉTRICAS MEDIDAS Y CARACTERÍSTICAS FÍSICO-EDÁFICAS DEL SITIO	79
5.4	Factor de forma	88
5.5	Evaluación de la forma de los árboles y ataque de <u>Hypsipyla grandella</u>	89

5.6	Análisis de relaciones edáfico-dasométricas	91
5.7	Análisis de las relaciones diámetro-altura	92
6.	CONCLUSIONES	94
7.	LITERATURA CITADA	98
8.	APENDICES	109

RESUMEN

El presente estudio se realizó en cuatro plantaciones en Costa Rica de Cedrela odorata L., de diferentes edades que oscilaron entre 4 y 45 años. Estas plantaciones se localizaron en cuatro sitios pertenecientes a las siguientes zonas de vida según Holdridge: bosque muy húmedo tropical (San Carlos y Bristol); bosque muy húmedo premontano (Florencia Sur) y bosque húmedo premontano (San Rafael de Ojo de Agua).

El objetivo general de la presente investigación fue el de contribuir al conocimiento de la ecología y crecimiento de C. odorata. Específicamente se analizó la relación entre el crecimiento y algunas características físicas de los suelos. Asimismo se evaluó el impacto de Hypsipyla grandella sobre el crecimiento de C. odorata.

Las plantaciones estudiadas eran plantaciones ya establecidas al momento del estudio, no existiendo ningún diseño experimental preestablecido; por lo tanto la metodología utilizada para la evaluación de algunas de las variables estudiadas, fue diferente entre las plantaciones viejas y jóvenes.

El método de conteo de anillos para determinar las edades en las plantaciones de San Carlos y de San Rafael de Ojo de Agua, resultó ser eficiente.

En San Carlos se observaron diferencias marcadas entre los valores de algunas variables dasométricas y edáficas entre los

rodal (A,B y C). El rodal C mostró los valores más bajos en crecimiento así como una alta densidad aparente del suelo y alta resistencia a la penetración. Asimismo, el rodal C, presentó los valores más bajos en relación con la porosidad total, espacio aéreo y conductividad hidráulica. Es importante destacar la relación negativa y altamente significativa que tuvo la densidad aparente con las variables de crecimiento del sitio de San Carlos.

En los sitios de San Rafael de Ojo de Agua y de Bristol no se obtuvieron correlaciones significativas entre variables edáficas y dasométricas.

El comportamiento de la plantación de Florencia Sur en relación con las variables físico-edáficas del sitio fue muy semejante a lo observado para el rodal de Bristol.

Los resultados del análisis de las relaciones diámetro-altura mostraron los mejores coeficientes de determinación para las plantaciones más jóvenes: Florencia Sur y Bristol.

Los valores altos obtenidos para el crecimiento en general en los rodales de San Carlos y de San Rafael de Ojo de Agua -considerando el espaciamiento de los árboles- son un indicativo de que el cedro no debe mantenerse en espaciamientos densos.

El mejor porcentaje de sobrevivencia se presentó en el sitio de San Rafael de Ojo de Agua con un 72 por ciento.

En relación con la variables factor de forma, los valores promedio obtenidos en los sitios de San Carlos y en San Rafael

de Ojo de Agua, fueron de 0,44 para San Carlos y de 0,51 para San Rafael de Ojo de Agua.

Los árboles del sitio de San Carlos mostraron mejor forma que los del sitio de San Rafael de Ojo de Agua. Es probable que este aspecto esté relacionado con la mayor densidad de plantación y mayor resistencia al ataque de Hypsipyla grandella existente en el sitio de San Carlos.

Los árboles de Florencia Sur y de Bristol presentaron muy mala forma, posiblemente debido a las condiciones físicas del suelo no adecuadas para el buen crecimiento de la especie, además del ataque de H. grandella.

SUMMARY

Four plantations of Cedrela odorata between 4 and 45 years of age were studied in three different life zones in Costa Rica: Tropical wet forest (San Carlos and Bristol); Premontane wet forest (Florencia Sur); and Premontane moist forest (San Rafael de Ojo de Agua). The general objective was to further investigate the ecology and growth of C. odorata. More specifically, the relation between growth and several physical soil characteristics was analyzed.

The impact of Hypsipyla grandella on the growth of C. odorata was also evaluated.

The plantations studied were established prior to the initiation of this research and no experimental design was available the methodology for evaluating the variables studied between the older and younger plantations was different in each case. In the San Carlos and San Rafael de Ojo de Agua plantations age was determined by counting growth rings.

In San Carlos there were marked differences in several dasometric and edaphic variables, including the lowest growth values in one plot. This plantation also showed the lowest total porosity, air space, and hydraulic conductivity. There was also a negative relation between the apparent density and growth of C. odorata.

In the San Rafael de Ojo de Agua and Bristol sites there

was no significant correlation between edaphic and dasometric variables. Performance in the Florencia Sur plantation was similar to that of Bristol.

The highest ratios between diameter and height were observed in the younger plantations: Florencia Sur and Bristol.

The high growth values in the San Carlos and San Rafael de Ojo de Agua plantation -in relation to spacing between trees suggest that Cedreia plantations should not be left crowded. The highest survival rate was observed in San Rafael de Ojo de Agua (72%).

The form factor in the San Carlos and San Rafael de Ojo de Agua sites were 0.44 and 0.51, respectively. The trees in San Carlos showed better shape than those of San Rafael de Ojo de Agua, apparently due to a higher density and greater resistance to attacks by Hypsipyla grandella.

The trees in the Florencia Sur and Bristol plantations showed very poor shape, possibly due to inadequate physical soil characteristics and to greater attacks by H. grandella.

LISTA DE CUADROS

Cuadro N ^o .		Página
1	Datos sobre rendimiento de algunas plantaciones de <u>Cedrela odorata</u> L. establecidas en diferentes zonas de Costa Rica	18
2	Datos sobre rendimientos de algunas plantaciones de <u>Cedrela odorata</u> L. de diferentes procedencias establecidas en diferentes regiones tropicales	20
3	Precipitación promedio mensual (mm) para diferentes períodos de observación- Estaciones meteorológicas más cercanas a las plantaciones de <u>C. odorata</u>	37
4	Características dasométricas de rodales de <u>Cedrela odorata</u> en cuatro sitios de Costa Rica	58
5	Evaluación de la forma de <u>Cedrela odorata</u> en los sitios de Florencia Sur y Bristol	65
6	Ataque de <u>Hypsipyla grandella</u> y porcentaje de mortalidad en rodales coetáneos de <u>Cedrela odorata</u>	66
7	Resistencia a la penetración de las raíces en diferentes rodales de <u>Cedrela odorata</u>	69
8	Análisis de regresión entre variables físico-edáficas y dasométricas. Plantación de San Carlos	72
9	Análisis de regresión entre variables físico-edáficas y dasométricas. Plantación Florencia Sur- CATIE	74

Apéndice

1A	Temperatura máxima y mínima promedio y mediana absoluta anuales (°C) para diferentes períodos de observación -estaciones meteorológicas más cercanas a las plantaciones de <u>C. odorata</u>	110
2A	Evaluación de algunos aspectos sobre la forma de <u>Cedrela odorata</u> en la plantación de Bristol-Limón Año 1976	111
3A	Evaluación de algunos aspectos sobre la forma de <u>Cedrela odorata</u> en la plantación de Florencia Sur-CATIE Año 1976	112
4A	Estimación de la edad de las plantaciones de <u>Cedrela odorata</u>	113
5A	Evaluación de la forma de algunos árboles seleccionados por muestreo en las plantaciones de San Carlos y San Rafael de Ojo de Agua-Alajuela	117
6A	Características físicas del suelo en diferentes rodales de <u>Cedrela odorata</u>	118
7A	Correlaciones entre diferentes variables físico-edáficas de la plantación de San Carlos	119
8A	Correlaciones entre diferentes variables físico-edáficas de la plantación de San Rafael de Ojo de Agua	120
9A	Correlaciones entre diferentes variables físico-edáficas de la plantación de Bristol	121
10A	Correlaciones entre variables físico-edáficas y dasométricas -Plantación Florencia Sur	122
11A	Correlaciones entre diferentes variables físico-edáficas y dasométricas de la plantación de San Carlos	123

LISTA DE FIGURAS

Figura N°		Página
1	Mapa de localización del sitio de San Carlos	35
2	Distribución anual de las lluvias en los sitios de estudio, para diferentes períodos de observación	38
3	Mapa de localización del sitio de San Rafael de Ojo de Agua	40
4	Mapa de localización del sitio de Florencia Sur	42
5	Mapa de localización del sitio de Bristol.....	45
6	Curva de regresión para la relación del factor de forma (f) en función del diámetro. San Carlos	62
7	Curva de regresión para la relación de la altura en función del diámetro para 80 árboles de <u>C. odorata</u> de 15 años -San Carlos	75
8	Curva de regresión para la relación de la altura en función del diámetro para 160 árboles de <u>C. odorata</u> de 4 años de edad -Florencia Sur	76
9	Curva de regresión para la relación de la altura en función del diámetro para 60 árboles de <u>C. odorata</u> de 4 años de edad -Bristol	77
Apéndice		
1A	Comparación de la precipitación promedio anual (mm) en los sitios de estudio, para diferentes períodos de observación	114

2A	Cilindro de madera de un árbol de cedro del sitio de San Rafael de Ojo de Agua, mostrando anillos de crecimiento	115
3A	Ilustra forma de los árboles del rodal B. Sitio de San Carlos	116
4A	Ilustra forma de los árboles del rodal de San Rafael de Ojo de Agua	116