

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE ENSEÑANZA
ÁREA DE POSGRADO**

**BALANCE DE EXPERIENCIAS SILVICULTURALES CON
CEDRELINGA CATENAEFORMIS DUCKE (MIMOSOIDEAE)
EN LA REGIÓN DE PUCALLPA, AMAZONIA PERUANA**

Tesis sometida a la consideración del Comité
Técnico Académico del Programa de Estudios
de Posgrado en Ciencias Agrícolas y
Recursos Naturales del Centro
Agronómico Tropical de Investigación
y Enseñanza, para optar el grado de

Magister Scientiae

Por

Héctor Enrique Vidaurre Arévalo


CATIE


**Turrialba, Costa Rica
1994**


Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por la Jefatura del Area de Postgrado en Ciencias Agrícolas y recursos Naturales del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar el grado de :

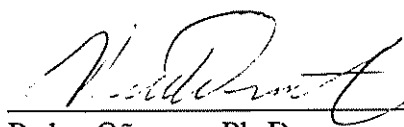
MAGISTER SCIENTIAE

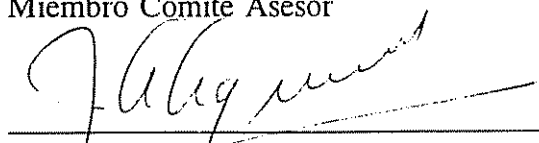
FIRMANTES:



Cesar Sabogal, Ph.D.
Profesor Consejero



Daniel Marmillo, Ph.D.
Miembro Comité Asesor


José Arze B., M.Sc.
Miembro Comité Asesor


Pedro Oñoro, Ph.D.
Miembro Comité Asesor


Juan Antonio Aguirre, Ph.D.
Jefe Area de Postgrado


Pedro Ferreira, Ph.D.
Director, Programa de Enseñanza


Hector Vidaurre Arevalo
Candidato

AGRADECIMIENTO

El autor expresa su agradecimiento más sincero a:

La Embajada de la República Federal de Alemania en el Perú, quien a través del Servicio Alemán de intercambio Académico (Deutscher Akademischer Austauschdienst-DAAD), hizo posible mis estudios en el CATIE mediante el otorgamiento de una beca integral de estudios; asimismo a la DAAD de Costa Rica y sus funcionarios que propició mi retorno al Perú para realizar esta tesis.

Al Instituto Nacional de Investigación Agraria del Perú (INIA), muy especialmente a la Estación Experimental Forestal Alexander von Humboldt (EEAVH) y a todo su personal por las facilidades brindadas para la realización de este trabajo.

Al Programa de Posgrado del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y a todos sus funcionarios, que mediante su personal científico-docente hizo posible obtener conocimientos y materiales que hicieron que esta maestría fuera muy valiosa.

Al Dr. César Sabogal, Profesor Consejero y amigo, por su confianza, tiempo, apoyo y valiosas sugerencias en la revisión de esta tesis.

Al M.Sc. José Arze, por su especial amistad, por su constante apoyo y asesoramiento en la realización del sistema de expertos.

Al Dr. Daniel Marmillod, por su apoyo y valiosas sugerencias en la parte de silvicultura y manejo de Cedrelinga.

Al Ph.D. Pedro Oñoro, por su valioso apoyo, asesoramiento y sugerencias en la parte estadística.

Al M.Sc. Fernando Carrera, por su amistad, consejos y constante apoyo.

Al Ph.D. Bryan Finegan, y al M.Sc. Miguel Cifuentes por su tiempo y por la excelencia en su desempeño académico.

Al M.Sc. Humberto Tasaico, por su amistad y confianza.

Al Sr. Rainer Stoy, Agregado de Asuntos de Cooperación Técnica y Financiera de la Embajada Alemana en el Perú, que dirigió los trámites para la obtención de la beca.

A la Dra. Martina schulze Directora Regional para América Central de la DAAD, y a los funcionarios de apoyo por su comprensión.

A Pilar esposa y madre, a mi hijo Renato y a Susana mi madre, por quienes valen todos los desvelos.

INDICE

ABSTRACT

RESUMEN

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE CUADROS

1. INTRODUCCION.....	1
2. ANTECEDENTES SOBRE LA ESPECIE CEDRELINGA CATENAEFORMIS	5
2.1 Antecedentes sobre la especie.....	5
2.1.1 Nombre vernacular.....	5
2.1.2 Distribucion geografica.....	5
2.1.3 Ecología.....	5
2.1.4 Asociación natural.....	7
2.1.5 Características dendrológicas.....	7
2.1.6 Características de la madera.....	9
2.1.7 Regeneración natural.....	10
2.1.7.1 Fenología.....	10
2.1.7.2 Dispersión y diseminación.....	10
2.1.8 Proyección del crecimiento.....	12
2.2 Investigación silvicultural.....	15
2.2.1 Panorama general del área de investigación.....	15
2.2.2 Investigación en Iquitos.....	16
2.2.2.1 Descripción general del área.....	16
2.2.2.2 Experimentación.....	17
2.2.3 Investigación en Tingo María.....	21
2.2.3.1 Descripción general del área.....	21
2.2.3.2 Experimentación.....	21
2.2.4 Investigación en Yurimaguas.....	22
2.2.4.1 Descripción general del área.....	22
2.2.4.2 Experimentación.....	23
2.2.5 Investigación en Colombia.....	25
2.2.5.1 Descripción general del área.....	25
2.2.5.2 Experimentación.....	26
2.2.6 Investigación en Brasil.....	27
2.2.6.1 Descripción general del área.....	27
2.2.6.2 Experimentación.....	27
2.3 Sistema Automatizado de Evaluación de Tierras (ALES)	28
2.3.1 Sistema de expertos.....	28

2.3.2 ALES.....	29
2.3.2.1 Evaluación física.....	31
2.3.2.2 Evaluación económica.....	31
2.3.3 Evaluación de tierras con fines forestales.....	31
3. METODOLOGIA.....	33
3.1 Descripción del área (EEAVH-Pucallpa).....	33
3.1.1 Ubicación.....	33
3.1.2 Clima.....	33
3.1.3 Geología y fisisografía.....	35
3.1.4 Suelos.....	36
3.2 Unidades de experimentación con <i>Cedrelinga</i>	37
3.2.1 Antecedentes.....	37
3.2.2 Regeneración natural (Areas 101 y 111).....	37
3.2.2.1 Area 101.....	37
3.2.2.2 Area 111.....	40
3.2.3 Regeneración artificial.....	43
3.2.3.1 Plantaciones en fajas de enriquecimiento.....	43
3.2.3.2 Plantaciones a campo abierto.....	46
3.3 Procedimiento metodológico.....	46
Recopilación, análisis, interpretación de datos e información existente sobre crecimiento de <i>Cedrelinga</i>	
3.3.1 Recopilación de la información.....	46
3.3.2 Base de datos.....	47
3.3.3 Análisis estadístico de los datos.....	50
3.4 Evaluación de la regeneración natural.....	51
3.4.1 Objetivo.....	51
3.4.2 Diseño del inventario.....	51
3.4.3 Toma de datos.....	53
3.4.4 Análisis de los datos.....	54
3.5 Formulación de tecnologías para el manejo silvicultural de la regeneración natural y artificial de <i>Cedrelinga</i>	54
3.6 Desarrollo de un modelo de conocimientos integrados y sistematizados de <i>Cedrelinga</i> , en el Sistema Automatizado para la Evaluación de Tierras (ALES)....	55
3.6.1 Clases de aptitud de la tierra (FAO, 1985).....	58
4. RESULTADOS Y DISCUSION	
4.1 Crecimiento de <i>Cedrelinga catenaeformis</i> ducke en regeneración natural y artificial en la EEAVH.....	59

4.1.1	Efecto de la fisiografía, suelo y sistema de regeneración sobre el Crecimiento en altura.....	59
4.1.1.1	Análisis a los 5-6 años de edad.....	59
4.1.1.2	Análisis a los 10 años de edad.....	61
4.1.2	Determinación de las mejores combinaciones.....	63
4.1.2.1	Análisis a los 10 años de edad.....	63
4.1.2.2	Análisis a los 9 años de edad.....	65
4.1.3	Comparación de crecimiento entre sistemas de regeneración, suelos y fisiografía.....	66
4.1.4	Comparación de crecimiento por manejo en regeneración natural.....	66
4.2	Evaluación de la regeneración natural de <i>Cedrelinga catenaeformis</i> Ducke en la estación experimental Alexander von Humboldt (áreas 101 y 111).....	67
4.2.1	Evaluación en el área 101.....	67
4.2.1.1	Fustales, latizales y brinzales.....	67
4.2.1.2	Asociación de fuste, copa e iluminación de copa por la prueba de Chi cuadrado (X^2).....	67
4.2.2	Evaluación en el área 111.....	68
4.2.2.1	Fustales, Brinzales y latizales.....	68
4.2.2.3	Asociación de fuste, copa e iluminación de copa por la prueba de Chi cuadrado (X^2).....	71
4.3	Técnicas de manejo de la regeneración natural de <i>Cedrelinga catenaeformis</i> Ducke en la Amazonia peruana.....	72
4.4	Técnicas para el manejo de <i>Cedrelinga catenaeformis</i> Ducke en bosques tropicales de la Amazonia peruana	77
4.4.1	Producción de semillas.....	77
4.4.2	Método de recolección.....	79
4.4.3	Producción de plántones.....	79
4.4.4	Técnicas de plantación de <i>Cedrelinga</i>	82
4.5	Desarrollo de un sistema experto para el manejo de <i>Cedrelinga catenaeformis</i> Ducke en el sistema automatizado de evaluación de tierras (ALES).....	87
4.5.1	Características del uso forestal de la tierra.....	87
4.5.2	Alcances del modelo.....	87
4.5.3	Tipo de Utilización de la tierra (TUT).....	87
4.5.3.1	Descripción del tipo de utilización de la tierra.....	88
4.5.3.2	Insumos y productos.....	89
4.5.3.3	Requerimientos de uso de la tierra.....	89
1.	Requerimientos de crecimiento.....	90
2.	Requerimientos de manejo.....	91

4.5.4 Unidades cartográficas.....	92
4.6 Marco de aplicación de las técnicas de regeneración de <i>Cedrelinga</i>	
5. CONCLUSIONES.....	93
6. RECOMENDACIONES	96
BIBLIOGRAFIA.....	97
ANEXOS.....	107

VIDAURRE, H. 1994. Balance of silvicultural experiences with *Cedrelinga catenaeformis* Ducke in the Pucallpa region in the Peruvian Amazon. Mag.Sc. Thesis. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 101p.

Keywords. Forestry management, natural regeneration, artificial regeneration, technology, lightfall, soil, physiography, inventory, expert system.

ABSTRACT

The present study carried out at the Alexander von Humboldt Experimental Station (AVHEE) corresponds to results obtained in ten years research on natural and artificial regeneration of the *Cedrelinga* species determining effects of silvicultural management aspects. As a consequence of management methodologies an adequate technology is designed according to site conditions. Experiences in Peru, Columbia, Brasil and Ecuador guided the design of a basic and prototype expert system for the species.

The basic research was carried out at the Experimental Stations EEAVH (Pucallpa), Jenaro Herrera (Iquitos) and San Roque (Yurimaguas) as well as the Tingo María University (Huánuco)

A database containing almost 2 000 trees distributed over 54 treatments of which two were subjected to natural regeneration was analysed at the EEAVH.

The management consisted in the establishing *Cedrelinga* combination with four soil types: Plinthic gleysol, Vertic cambisol, Chromic cambisol, and Plinthic Acrisol; three physiography types: plain, undulated and hillsides; and five management types: 5, 10 and 30 m enrichment strips, an 1 ha open land and a natural regeneration.

The natural regeneration management was based on lightfall measurement and management, establishing saplings, as well as adequate time distribution time of maintenance and prunings.

The literature review completed the majority of the species research requirements, such as seed conservation obtained in Colombia in 270 days, enabling a plantation establishment planning within one year to another.

The EEAVH results showed the disposition of a successful development on Plinthic Acrisol and Chromic cambisol soil types and undulated and hillside physiographies; developing itself from 200 to 800 m above sea level, temperatures within 15 and 38 °C and yearly rainfall from 2 000 up to 4 000 mm.

The natural regeneration develops itself successfully with the designed species technology consisting of a brusque dosel opening untill 50% of relative light intensity by eliminating middle and upper dosel trees without afecting economically valueble species.

The artificial regeneration management, resulted in maximum volumes up to 0.38 and 0.41 m³ per tree in year 10.

Succesfully developed experiencies at the EEAVH, Jenaro Herrera and San Roque Experimental Stations as well as the Tingo María University, beside the accessible information of Colombia, Brasil and Ecuador, enabled the design of a *Cedrelinga* regeneration technology.

The *Cedrelinga* expert system developed in the Automatic Land Evaluation System (ALES) offers good possibilities to transmit it's aptitude knowledge towards known scenarios.

VIDAURRE, H. 1994. Balance de experiencias silviculturales con *Cedrelinga catenaeformis* Ducke en la región de Pucalla, Amazonia peruana. Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 101p.

Palabras clave: Manejo de bosques, regeneración natural, regeneración artificial, fajas de enriquecimiento, campo abierto, tecnología, luz, suelo, fisiografía, inventario, sistema experto.

R E S U M E N

El presente estudio, da a conocer los resultados obtenidos en 10 años de investigación en regeneración natural y artificial sobre la especie *Cedrelinga*, realizados en la Estación Experimental Alexander von Humboldt (EEAVH), en la Amazonia peruana. El estudio determina el efecto del manejo silvicultural sobre la regeneración natural y artificial y como consecuencia de los resultados del manejo, se diseña una tecnología adecuada a las condiciones de estudio. Con las experiencias obtenidas principalmente en el Perú, y en base a algunas investigaciones de Colombia, Brasil y Ecuador, dieron las pautas para el diseño de un Sistema de Expertos básico y prototipo de la especie.

La investigación básica se desarrolló en la EEAVH (Pucallpa), en el Centro de Investigaciones Jenaro Herrera (Iquitos) y en la Estación Experimental San Roque (Yurimaguas), teniéndose también importantes experiencias en la Universidad de Tingo María (Huánuco).

En la EEAVH se pudo analizar una base de datos de casi 2000 árboles con aproximadamente 19000 observaciones distribuidas en 54 tratamientos, dentro de los cuales existen dos que se refieren al manejo de la regeneración natural.

Los experimentos realizados comprendieron el establecimiento de *Cedrelinga* en combinaciones de suelos (Plinthic Gleysol, Verthic cambisol, Chromic cambisol y Plinthic acrisol); fisiografías (plano, ondulado y colinas) y sistemas de manejo (fajas de enriquecimiento de 5, 10 y 30m de ancho, campo abierto y regeneración natural).

En regeneración natural, el manejo se basó en la medición y manejo de luz luego del establecimiento de los brinzales, además de la distribución adecuada en el tiempo de mantenimientos y raleos.

La revisión bibliográfica completó parte de las grandes necesidades de investigación en la especie, como era el de la conservación de semillas, que fue logrado en Colombia con un total de 270 días, suficientes para planificar una plantación de un año a otro.

Cedrelinga se distribuye naturalmente desde los 200 a los 800 msnm, con temperaturas desde 15 a 38°C y precipitaciones de 2000 hasta 4000 mm anuales.

Los resultados en la EEAVH, mostraron la disposición de esta especie para desarrollar exitosamente en suelos Plinthic acrisol y Chromic cambisol en fisiografías onduladas y de colinas bajas.

La regeneración natural se desarrolló exitosamente mediante la tecnología planteada para la especie, con una apertura brusca del dosel hasta lograr un 50% de intensidad relativa de luz. La apertura del dosel se logró con la eliminación de los árboles del dosel medio y superior sin afectar las especies de valor económico.

Con el manejo de la regeneración artificial se obtuvieron volúmenes máximos hasta de 0.30 y 0.41 m³ por árbol en el año 10.

Mediante las experiencias desarrolladas en las Estaciones Experimentales de la Amazonia peruana y tomando en cuenta informaciones de algunos países vecinos, se diseñó una tecnología de regeneración para la especie.

El sistema de expertos de *Cedrelinga* realizado en ALES (Sistema Automático para Evaluación de Tierras) ofrece buenas oportunidades para transmitir conocimientos sobre esta especie, presentando evaluaciones sobre su aptitud para los escenarios de manejo establecidos.

LISTA DE FIGURAS

1.	Arbol semillero de <i>Cedrelinga</i> (EEAVH).....	3
2.	Mapa de distribución de <i>Cedrelinga</i> con base a datos de herbario (aus der Beek y Marmillod, 1990) y localización del área de estudio, en la amazonia peruana.....	6
3.	Hoja, inflorescencia y fruto (Fuente Bernardi et al, 1981).....	8
4.	Fruto de <i>Cedrelinga</i>	10
5.	Mapa de localización del área de estudio.....	15
6.	Crecimiento de <i>Cedrelinga</i> a los 8 años en Yurimaguas.....	25
7.	Fisiografía y plantaciones en la EEAVH.....	35
8.	Fisiografía y ditribución de suelos	36
9.	Regeneración natural de <i>Cedrelinga</i> , área 101.....	40
10.	Regeneración natural de <i>Cedrelinga</i> , área 111.....	42
11.	Plantaciones de enriquecimiento en la EEAVH.....	45
12.	Procesos silviculturales de manejo para <i>Cedrelinga</i>	46
13.	Clasificación de la iluminación de copa (Anexos)	
14.	Clasificación de fustes según la mejor troza (Anexos)	
15.	Clasificación de la forma de copa (Anexos)	
16.	Fases para llegar al sistema experto de <i>Cedrelinga</i> , bajo las condiciones estudiadas.....	56
17.	Curvas de crecimiento sin ajuste hasta los 10 años de edad en la EEAVH.....	64
18.	Curvas de crecimiento sin ajuste hasta los 10 años de edad en la EEAVH.....	64
19.	Densidad de la regeneracion natural area 111a.....	71
20.	Densidad de la regeneracion natural area 111b.....	72
21.	Densidad de la regeneracion natural area 111c.....	72
22.	Técnicas para el manejo de la regeneración natural de <i>Cedrelinga</i> en la Amazonia peruana.....	75

23. Técnicas para el manejo de la regeneración artificial de *Cedrelinga* en la Amazonia peruana..80

ANEXOS

24. Variables de estudio para *Cedrelinga*

25. Curvas de crecimiento a los 10 años en la EEAVH

26. Curvas de crecimiento a los 10 años en la EEAVH

LISTA DE CUADROS

1.	Propiedades mecánicas y físicas de <i>Cedrelinga</i>	11
2.	Densidad de semillas diseminadas por árbol.....	13
3.	Densidad de la regeneración de <i>Cedrelinga</i> a los seis meses y dos años de establecimiento; en la EEAVH.....	14
4.	Estado de la investigación silvicultural.....	19
5.	Campo abierto Laurent-EEJH.....	21
5a.	Campo abierto y plantación en fajas El Piñal-CIJH.....	22
6.	Crecimiento de <i>Cedrelinga</i> en sistema mixto.....	27
7.	Resumen de información sobre investigaciones.....	34
8.	Resumen de información meteorológica de la EEAVH.....	34
9.	Distribución porcentual de suelos por tipo de Fisiografía en 1500 ha en la EEAVH.....	38
10.	Clareos en el área 101 de regeneración natural de la EEAVH.....	42
11.	Mantenimientos en el área 101 de la EEAVH.....	42
12.	Raleos en el área 101 de la EEAVH.....	42
13.	Información obtenida en la EEAVH para el análisis.....	49
14.	Lista de variables y ejemplo de combinaciones.....	50
15.	Leyenda para identificación de variables.....	51
16.	Clasificación por clases de la regeneración Nat.....	54
17.	Variables medidas en la toma de datos del inventario de regeneración natural.....	55
18.	Clases de iluminación para <i>Cedrelinga</i> con base a la clasificación de Clark y Clark.....	56
19.	Clases de aptitud de la tierra (FAO,1985).....	59
20.	Crecimiento promedio en altura, diámetro, área basal y volúmenes de <i>Cedrelinga</i>	65
21.	Resultados de manejo en el área 111 de regeneración natural, hasta los 5 años.....	67

22. Inventario de la regeneración natural, área 101..	68
23. Inventario de la regeneración natural, área 111..	69
24. Regeneración natural en el área 111 de fustales, latizales y brinzales.....	70
25. Intensidad relativa de luz en fajas de enriq.....	88
26. Insumos utilizados en el sistema de expertos para el manejo de <i>Cedrelinga</i> en regeneración.....	91
27. Unidades cartográficas en estudio para el sistema de expertos de <i>Cedrelinga</i>	96

ANEXOS

28. Análisis de varianza (ANVA) (años 5-6)	
29. Anva (año 7) con la covariable	
30. Anva (año 8)	
31. Anva (año 9) con la covariable	
32. Anva (año 10)	
33. Anva (año 10) con la covariable	
34. Crecimiento por tratamientos ajustados, 48 combinaciones	
35. Variables usadas para la prueba de Duncan	
36. Prueba de Duncan para suelos	
37. Prueba de Duncan para sistemas de regeneración	
38. Prueba de Duncan para fisiografías	
39. Clasificación de la forma de copa (Synnott, 1979)	
40. Clasificación de fustes según la mejor troza	
41. Valores de iluminación de la copa y definiciones	
42. Probabilidad de asociación (prueba de χ^2)	
43. Localización de muestras de herbario (aus der Beek, 1990)VIDAURRE, H. 1994.	

1. INTRODUCCION

Es esencial que los esfuerzos para mantener los bosques tropicales se realicen de manera simultánea en dos frentes; el socio-político, que crea las condiciones económicas, sociales y políticas que pueden permitir el mantenimiento del bosque, y el tecnológico, para asegurar el empleo de métodos de manejo, logrados mediante estudios e investigaciones serias y continuadas, que den resultados consistentes y comprobados sobre el valor del bosque natural, demostrando que el uso del bosque no solamente es técnicamente factible, sino económicamente rentable y ecológicamente sostenible (Dykstra y Heinrich, 1992).

En la Amazonia peruana, el agotamiento de las especies codiciadas de los lugares más accesibles, como bordes de ríos, quebradas y carreteras, propició la explotación de otras especies (*Ceiba*, *Virola*, *Cedrelinga*, *Amburana*, etc.) con características para aserrío y laminado, que pronto se hicieron valiosas. Sin embargo, estas nunca representaron un porcentaje significativo de las especies presentes, siendo apenas cuatro o cinco especies, lo que solamente continuó la selectividad de la extracción (Dourojeanni, 1982).

En 1970, el Gobierno peruano, con el apoyo de la FAO, dio inicio a un trabajo tendiente al conocimiento de la silvicultura de especies nativas en el Bosque Nacional Alexander von Humboldt, en la región amazónica de Pucallpa. (Carrera, 1987). En 1973, finalizaron los estudios preliminares, consistentes un plan de manejo y algunas plantaciones demostrativas con especies mayormente nativas.

En 1982, casi una década después, se reiniciaron las investigaciones, esta vez con el apoyo financiero del Japón a través del JICA, delimitándose una superficie de 1500 ha para realizar estudios en regeneración natural y artificial de especies forestales nativas, valiosas para el mercado nacional e internacional, como especies con propiedades utilizables en el futuro (JICA, 1982; INFOR-JICA, 1986).

Como parte de estas investigaciones, se logra tener éxito en el manejo de la regeneración natural de una especie, en este caso, de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke, una leguminosa de la familia Mimosoideae (Figura 1) cuya regeneración artificial se dificulta por la rápida pérdida de viabilidad de las semillas y por la irregularidad de sus fases fenológicas de floración y semillación, que no permiten la planificación de programas de reforestación (Vidaurre, 1992a).

Siendo necesario brindar a los usuarios tecnologías adecuadas para la regeneración forestal con especies nativas, con la presente tesis se quiere comprobar sobre qué suelos y con qué tratamientos silviculturales se puede obtener la mejor producción de árboles de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke, y proponer tecnologías para el manejo silvicultural de la regeneración natural y artificial de esta especie, teniendo como base los estudios realizados en la Estación Experimental Forestal A. von Humboldt (EEAVH) (Figura 3 de los Anexos).

Las variables que están siendo investigadas en cuanto a la regeneración natural, son la luz (aperturas de dosel) y los suelos donde la especie se desarrolla en forma natural. Adicionalmente, se estudia el efecto de los raleos (frecuencias e intensidades) y de las labores de mantenimiento (frecuencia, intensidad y épocas de corta de malezas y plantas trepadoras).



FIGURA 1. ARBOL SEMILLERO DE CEDRELINGA (EEAVH)

En cuanto a las técnicas de regeneración artificial, las variables bajo investigación son la luz (plantaciones en fajas de enriquecimiento y a campo abierto), los suelos (tres tipos de suelos) y la fisiografía (tres tipos de fisiografía). Adicionalmente, se estudia la intensidad, frecuencia y las épocas de mantenimiento.

Estos experimentos fueron establecidos en la EEAVH, desde el año 1982 y la información en su mayoría es analizada en la presente tesis.

Finalmente, este estudio pretende realizar un análisis comparativo de la información de estos experimentos con otros resultados encontrados en el ámbito geográfico donde se desarrolla *Cedrelinga*, con la finalidad de sistematizar toda esta información. Por ello, se utiliza un sistema de expertos realizado en el programa ALES (Sistema Automatizado para la Evaluación de Tierras) y poder acceder fácilmente a ella, como un medio para mejorar la transmisión de información y proveer una herramienta para el proceso de toma de decisiones.

2. ANTECEDENTES SOBRE LA ESPECIE *CEDRELINGA CATENAEFORMIS* DUCKE (MIMOSOIDEAE)

2.1 Descripción general

2.1.1 Nombre vernacular

Perú: Tornillo, Huaira caspi

Brasil: Cedro rana, Parica

Ecuador: Chunchu, Seique

Colombia: Achapo

2.1.2 Distribución geográfica

De acuerdo a los reportes bibliográficos, *Cedrelinga catenaeformis* Ducke se encuentra distribuida naturalmente en la Amazonía peruana, brasileña, colombiana (Maruyama, 1987a; López, 1970), ecuatoriana (Boese, 1992), y en Surinam (aus der Beek y Marmillod, 1988) (Figura 2). Según López (1970), su distribución en el Perú va desde los 120 hasta 800 msnm, con temperaturas que varían de 15°C hasta 38°C y precipitaciones desde 2500 hasta 3800 mm.

2.1.3 Ecología

Malleux (1975) manifiesta que en el Perú *Cedrelinga*, se encuentra en bosques aluviales y bosques de colina.

La EEAVH se localiza dentro de la zona de vida Bosque muy húmedo-Premontano Tropical (Bmh-PT), transicional a bosque húmedo tropical (ONERN, 1976). La mayor frecuencia de *Cedrelinga* se encuentra en esta zona, donde la biotemperatura media anual máxima es de 25.6 °C y la media anual mínima es de 18.5 °C (ONERN, 1976).

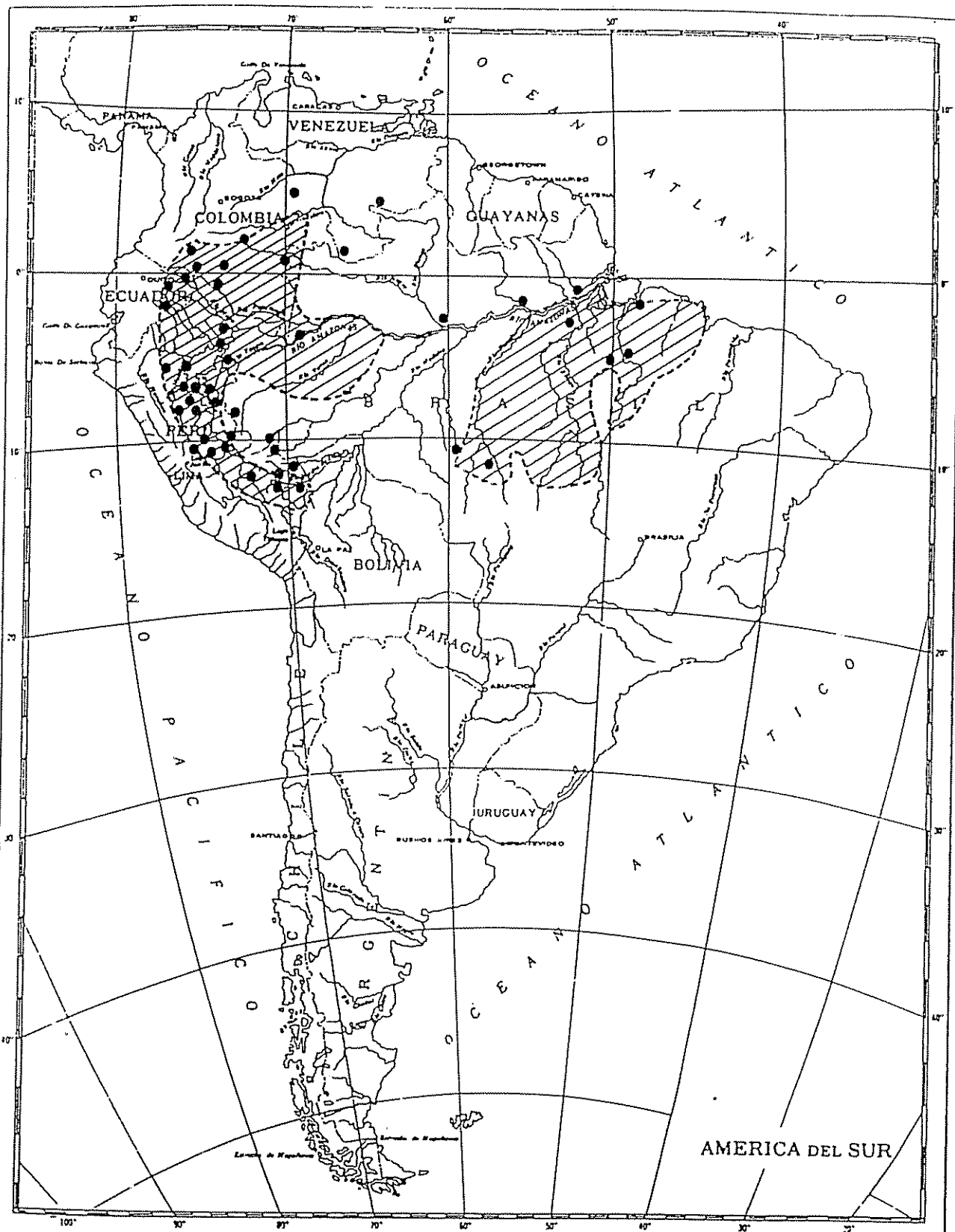


FIGURA 2. MAPA DE DISTRIBUCION DE CEDRELINGA CON BASE A DATOS DE HERBARIO, Y LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO (AUS DER BEEK Y MARMILLOD, 1990)

 Hueck, 1978

Maßstab 1 : 36000000

2.1.4 Asociación natural

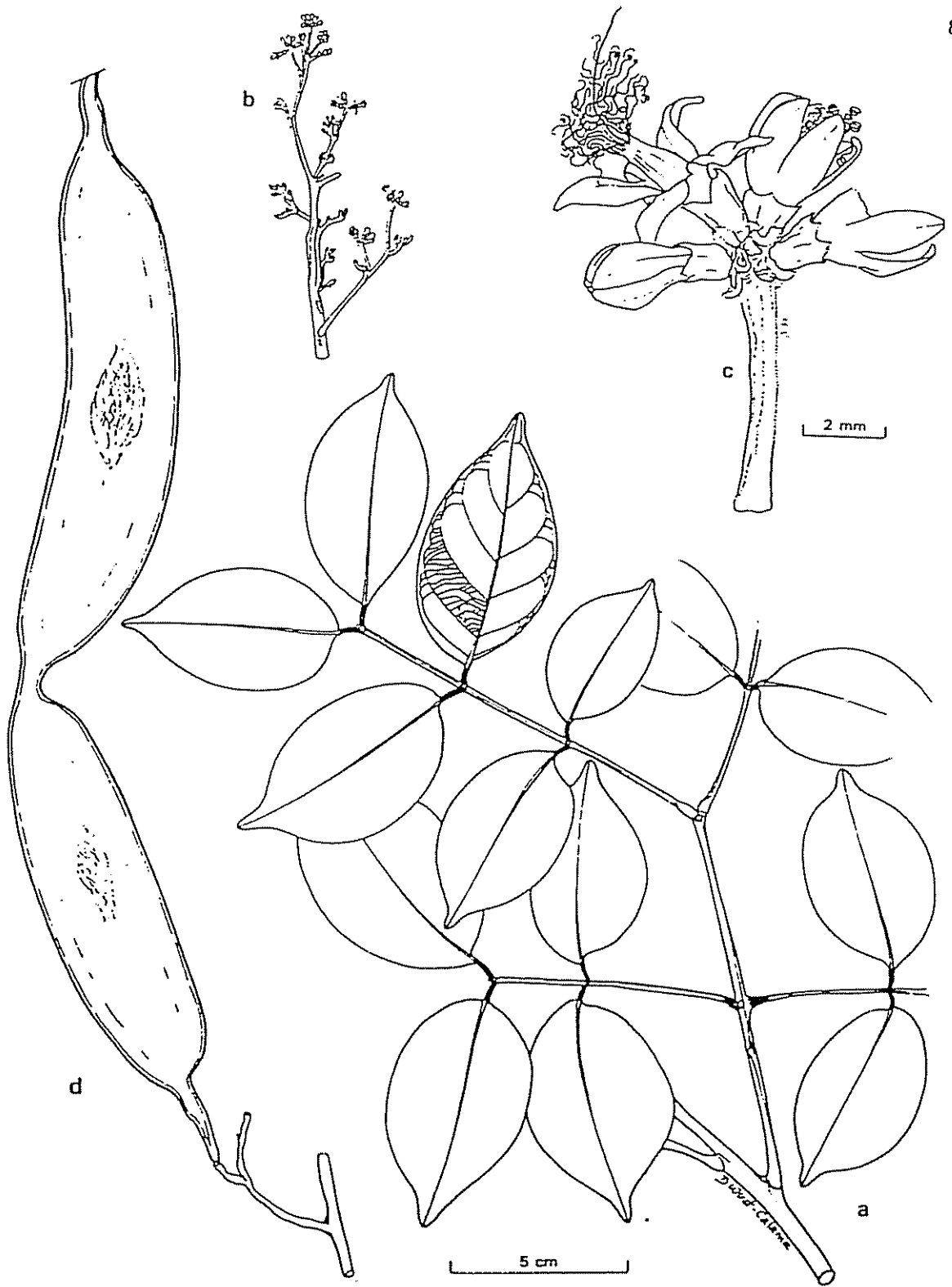
Cedrelinga catenaeformis es una especie gregaria, se la encuentra en concentraciones (localmente conocida como manchales).

En la Amazonia peruana, las principales especies que se encuentran asociadas con esta especie son: "moena" (Lauraceae, géneros *Aniba*, *Ocotea*, *Persea* y *Nectandra*), "nogal" (*Juglans neotropica*), "congona" (*Brosimum* sp.), "tulpay", "mashonaste" (*Clarisia* sp.), "almendro" (*Caryocar* sp.), "quinilla" (*Manilkara bidentata*), "sapote" (*Matisia* sp.), "shimbillo" (*Inga* sp.), "cedro de altura" (*Cedrela* sp.). En cantidades menores; "requia" (*Guarea* sp.), "bolaina" (*Guazuma* sp.), "capirona" (*Calycophyllum* sp.), "añallu caspi" (*Cordia alliodora*), "cumala" (*Virola* sp.), "estoraque" (*Miroxylum* sp.), y "cedro" (*Cedrela odorata*) (ONERN, 1972, 1976).

2.1.5 Características dendrológicas

Arbol del dosel, de fuste recto, corteza agrietada de 1 a 2 cm de grosor, con grandes aletas y raíces superficiales, diámetros hasta de 2 m y madera de color rosado (Figura 1).

Hojas alternas, glabras y bipinnadas; peciolo cilíndrico de 3-4 cm de largo, longitudinalmente estriado, con una glándula en su ápice; raquis principal de 3.5-7 cm de largo, tenuemente angulado y estriado, ramitas puberulentas (Bernardi et al, 1981) (Figura 3).



Cedrelinga catenaeformis (Ducke) Ducke
 (Parcela Marmillod M-6): a) hoja; b) inflorescencias; c) parte de una inflorescencia. (Schuncke 2810); d) fruto.

FIGURA 3. HOJA, INFLORESCENCIA Y FRUTO (BERNARDI ET AL, 1981)

Las flores son hermafroditas, de color blanco. La inflorescencia es terminal en pequeñas cabezuelas (capítulos); fruto tipo legumbre, lomento membranoso compuesto de 9 a 12 artejos plegados en zig-zag, oblongo ovales, que llegan a medir hasta 50 cm de largo (según el número de artejos de que está constituido el lomento), y de 5 a 6 cm de ancho (López, 1970).

En un kilogramo de frutos se encuentran de 1700 a 1900 semillas. Estas son grandes, elípticas, entre 1.8 a 3.5 cm de largo, 1.0 a 2.5 cm de ancho y muy comprimidas lateralmente, (entre 0.2 a 0.3 cm) (Vidaurre, 1991a; López, 1970, Burgos, 1954) (Figura 4).

2.1.6 Características de la madera

La madera es de densidad media (0.46 gr/cm^3), de color marrón claro, lustroso, de grano recto, textura gruesa y brillo pronunciado; sin veteado con poros visibles de radios finos (Cuadro 1). La madera es recomendada para ser usada en estructuras, carpintería, construcciones navales (maderámen) y costillas, carrocerías, muebles, ebanistería, puntales y juguetería (Aróstegui et al 1970).

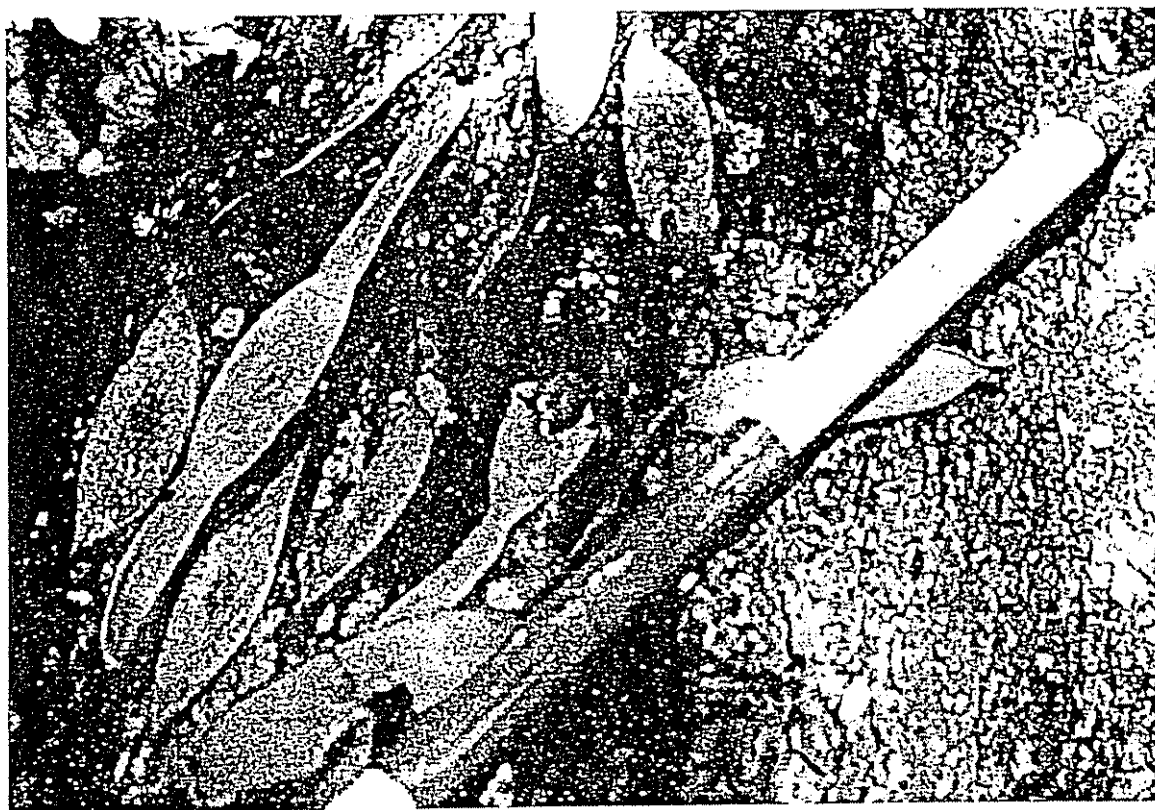


FIGURA 4. FRUTO DE CEDRELINGA

Cuadro 1. Propiedades mecánicas y físicas de *Cedrelinga*.

PROPIEDADES MECANICAS

Observación (Kg/cm ²)	Verde	Seca al 12%
-Modulo de elasticidad x 1000	70	82
-Modulo de ruptura	514	795
-Compresión paralela:		
Modulo de ruptura	239	39
-Compresión perpendicular:		
Límite de tensión	57	74
-Cizallamiento		
Tensión de ruptura	86	126
Observación (kg)		
-Dureza:		
Paralela	379	465
Transversal	341	367

PROPIEDADES FISICAS

Contracción:

Tangencial= 7.7%

Radial= 3.66%

Volumétrica= 12.08%

2.1.7 Regeneración natural

2.1.7.1 Fenología

Cedrelinga es una especie con ciclos irregulares, siendo estos totalmente inciertos. En la EEAVH, se observó la floración y producción de semillas desde 1983 hasta 1988 en una población de 81 árboles, resultando que la floración ocurría casi todos los meses, y que la estación de floración y de maduración duraba entre dos y tres meses. La mayor probabilidad de fructificación se presentaba en los meses de julio a diciembre y la menor probabilidad entre mayo y junio. Finalmente, existían árboles que fructificaban cada año, mientras que otros solamente lo hacían cada dos o tres años (Maruyama, 1987b).

Aróstegui *et al* (1992), en base al seguimiento de 34 árboles semilleros en el CIJH, determinó que los procesos fenológicos se desarrollan completamente en 150 días, y que la fructificación se da en los meses de enero, febrero y marzo.

Para Brasil, Freitas *et al* (1992), encontraron que *Cedrelinga* florece en diciembre y fructifica en mayo, en tanto que, Boese (1992), reporta para la provincia de Sucumbíos en Ecuador, la fructificación es en el mes de abril, con abundante regeneración natural.

2.1.7.2 Dispersión y diseminación

El período de diseminación se da entre febrero y marzo (Salazar, 1983), habiéndose notado irregularidades en la fructificación. Presenta variaciones en cuanto a época, periodicidad y producción de semillas.

Vidaurre (1991a, 1992c) en la EEAVH encuentra que el viento no es el factor principal en la dirección, ni en la dispersión al momento de la diseminación, y que el 80% de semillas diseminadas caen debajo de la copa (entre los 7 y 14 metros), siendo otros agentes, como aves o mamíferos, los que intervienen mayormente en la dispersión. Este autor determina que no existe una ciclicidad marcada sino una posible fase o periodo de preparación para un buen año de fructificación y diseminación.

Schwytzer (1981a), encuentra en la EEJH que el radio de diseminación no es muy grande, ya que a 80 m del árbol padre no suelen encontrarse muchas semillas, determinando que la regeneración es abundante dentro de 50 m alrededor del árbol.

Vidaurre (1991a) ofrece una estimación de la regeneración natural de *Cedrelinga* que se podría establecer en condiciones óptimas de acuerdo a la cantidad de semillas diseminadas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Densidad de semillas diseminadas por árbol en las áreas 101 y 111 de regeneración natural de la EEAVH

Arbol evaluado	Total de semillas en 80 m ²
8	2609
10	3851
11	2495
13	5420
Promedio	3594

El mismo autor determinó la densidad de regeneración natural establecida a los seis meses y dos años en tres parcelas de diferente densidad: A (abundante), B (regular) y C (escasa). En el supuesto de que el 100% de la semilla diseminada germine, ésta disminuyó en un 13% al segundo año en las parcelas de mayor densidad, y en un 84% en las parcelas de menor densidad. Este proceso es parte de la dinámica de la regeneración, pues la menor densidad supuestamente está en un micrositio con menor aptitud que aquel donde regeneró la mayor densidad de brinzales, la mortandad en los mejores micrositios fue más por competencia intraespecífica, mientras que en los micrositios adversos, la mortandad se debió además a factores de fisiografía, suelo, competencia interespecífica, etc.

Cuadro 3. Densidad de la regeneración de *Cedrelinga* a los seis meses y dos años de establecimiento en la EEAHV.

Parcelas de Eval.	6 meses		2 años	
	Densidad		Densidad	
	25 m2	1 ha	100m2	1 ha
C	112	44 800	7	7 000
B	192	76 800	75	75 000
A	388	155 000	135	135 000

2.1.8 Proyección del crecimiento

Sobre las bases del crecimiento observado en la regeneración natural y artificial en la EEAHV, y sobre los antecedentes de crecimiento en Tingo María e Iquitos, INIAA-JICA (1992), proyectan el crecimiento de *Cedrelinga* a 30 años, resultando en los cálculos un volumen aprovechable de 870 m³ha⁻¹ para 400 árboles.

En el Centro de Investigación Jenaro Herrera, Schwyzer (1981) proyecta el crecimiento de la misma especie, obteniendo a los 30 años un volumen de 2.18 m³ha⁻¹, lo que hace 872 m³ha⁻¹, Además sostiene que entre los 30 y 40 años producirán más de 800 m³ha⁻¹, valores mucho mayores de lo que se observa en el bosque natural, con volúmenes de hasta 300 m³ha⁻¹.

Cedrelinga logra producir en plantaciones un promedio de 15 a 20 m³ ha⁻¹año⁻¹, en comparación con el bosque natural donde se encuentran incrementos de hasta 1 m³ha⁻¹año⁻¹ (Schwyzer, 1981).

Cuadro 4 Estado de la investigación silvicultural

ACTIVIDADES	PUCALLPA	IQUITOS	TINGO MARIA	YURIMAGUAS	BRASIL	COLOMBIA
LATITUD	EEAVH 8 22'S	EEJH 4 54'S	UNIVERSIDAD 9 9'S	EESR 5 56'S	INPA 3 08' S	CONIF 2 43'47"N
LONGITUD	74 48'O	73 40'O	75 35'O	76 5'o	60 02' O	72 54'19'O
TEMPERATURA PROMEDIO ANUAL	24 C	26.4 C	23 C	26 C		25 C
PRECIPITACION PROMEDIO ANUAL	4000 mm	4000 mm	3079 mm	2100 mm		2697 mm
SUELOS	Ap	Acrisol ortico	Inceptisol	Ultisol	Latosol amarillo	
	Bc	Podzol ortico				
	Bv					
	Gp					
TEXTURA	f.arc.	f.arc.aren.	f.arc.aren.	f.aren	arc.aren.	arc.aren.
	f.aren.	f.aren.arc.				
	f.arc.aren.					
	f.aren.arc.					
INVESTIGACION:						
REGENERACION NATURAL	***	**	*	*	*	*
REGENERACION ARTIFICIAL:						
DISEMINACION	**	*	*	*	*	*
CONSERVACION	***	*	*	*	*	****
VIVERO	****	***	*	*	*	**
FAJAS DE ENRIQUECIMIENTO	***	***	**	**	**	**
CAMPO ABIERTO	**	***	*	**	*	*
OTROS	*	*	*	*	**	*

EEAVH = ESTACION EXPERIMENTAL ALEXANDER VON HUMBOLDT

CIJH = CENTRO DE INVESTIGACION JENARO HERRERA

EESR = ESTACION EXPERIMENTAL SAN ROQUE

INPA = INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS AMAZONICAS

CONIF = CORPORACION NACIONAL DE INVESTIGACION Y FOMENTO FORESTAL

f. = franco

arc. = arcilloso

aren. = arenoso

**** = INVESTIGACION CONCLUIDA

*** = MUCHA INVESTIGACION PERO NO CONCLUIDA

** = POCA INVESTIGACION

* = MUY POCA O NINGUNA INVESTIGACION

Acrisol ort = Acrisol rtico

Latosol ama = Latosol amarillo

Los datos encontrados por INIAA-JICA (1991) y Schwyzer (1981) en la EEAVH y en el CIJH, serán utilizados como base para el análisis del Sistema de expertos.

2.2 Investigación silvicultural

2.2.1 Panorama general del estado de la investigación

La investigación sobre esta especie se viene conduciendo en el Perú desde 1955 (Cuadro 4), iniciándose con ensayos de plantaciones de enriquecimiento en la Universidad de Tingo María (Burgos, 1955) (Figura 2). Estas plantaciones no tuvieron un seguimiento adecuado, aunque aún se conservan en la actualidad.

En 1970, en la EEAVH se inició otra investigación en plantaciones de enriquecimiento, esta vez con la FAO. Las observaciones se mantuvieron hasta 1973 y posteriormente no se evaluaron, realizándose algunos mantenimientos hasta 1987. En 1988 resultaron invadidas y quemadas por agricultores de la zona. Detalles del crecimiento de estas plantaciones son reportados por Carrera (1987).

Desde 1982 hasta 1990, en la misma EEAVH (en una zona diferente a la usada por FAO), con el apoyo de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), se desarrollan investigaciones en plantaciones de enriquecimiento, campo abierto, técnicas de instalación en vivero y fenología. El manejo y seguimiento de estas experiencias continúa a cargo del INIA (INIAA-JICA, 1991a).

Paralelamente, desde 1970, se llevan a cabo trabajos en el actual Centro de Investigación Jenaro Herrera (CIJH), tanto en plantaciones de enriquecimiento, como a campo abierto. Los ensayos no fueron controlados periódicamente, sino de manera variable (Claussi et al, 1992). Desde 1983 hasta la fecha el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) (hasta 1990 con el apoyo de la Cooperación Técnica Suiza) se encarga de estas investigaciones.

En la Estación Experimental San Roque en Yurimaguas (EESR), desde 1982 se investiga la regeneración de *Cedrelinga* en plantaciones mixtas con cultivos (apoyada por la misión de Carolina del Norte hasta 1990). No se realizan controles periódicos y la plantación persiste a cargo de la EESR (Arévalo et al, 1991).

A continuación se describen las áreas de investigación mencionadas:

2.2.2 Investigación en Iquitos

2.2.2.1 Descripción general del área

Ubicación y clima: El Centro de Investigaciones de Jenaro Herrera (CIJH) está ubicado a 200 km aguas arriba de Iquitos sobre la margen derecha del río Ucayali, en la región de Loreto (Figura 5). La temperatura promedio mensual de 26.4°C; las temperaturas más elevadas se registran de enero a marzo y de agosto a octubre; las más bajas generalmente ocurren en julio. La precipitación media anual es de 2687 mm y puede variar entre 1700 y 4000 mm. Hay una temporada menos lluviosa de junio a setiembre, que es la más soleada, y un periodo más corto suele ocurrir entre los meses de diciembre a marzo (Claussi et al, 1992). Según la clasificación de Holdridge (Holdridge, 1973), el área se clasifica dentro de la zona de vida Bosque Húmedo Tropical.

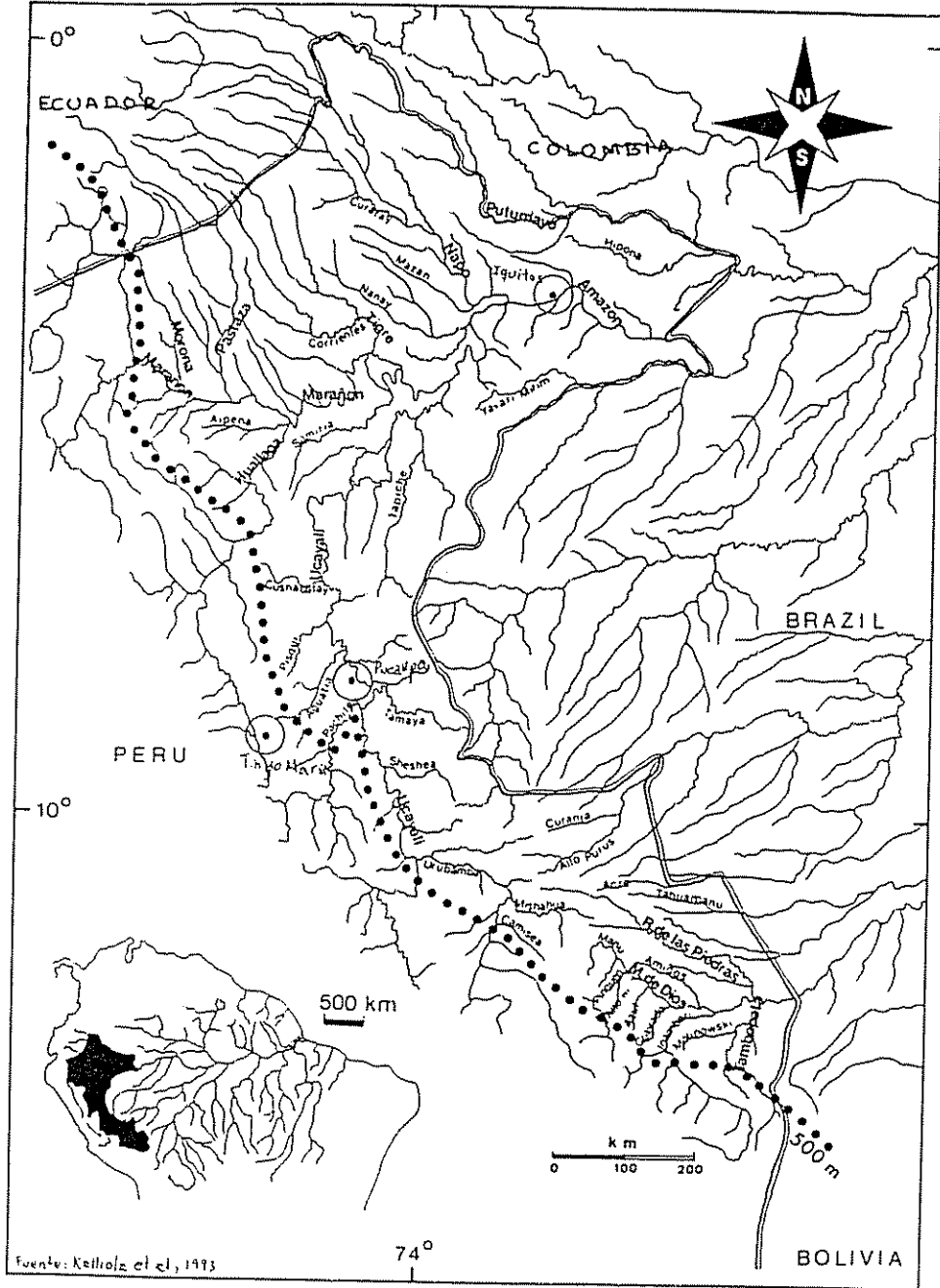


Figura 5. Mapa de localización del área de estudio, en la Amazonia peruana

Suelos y Fisiografía: Se reconocen tres unidades fisiográficas en la zona de terrazas altas no inundables: terraza baja, terraza alta y colina baja. Todas las plantaciones forestales descritas, a excepción de una se ubican en sitios de terraza alta (Claussi *et al*, 1992).

La terraza alta se presenta como una extensa llanura ubicada a unos 30 m sobre el máximo nivel de aguas del río Ucayali. Posee valles de 6 a 12 m de profundidad y 100 a 300 m de ancho (Marmillod, 1982 citado por Claussi *et al*, 1990). Desde los bordes de la terraza hasta el centro se encuentra sucesivamente un suelo de color mayormente anaranjado-rojo (acrisol órtico), después un suelo amarillo-anaranjado, con presencia creciente de un horizonte superior grisáceo; luego, un suelo dominado por los tonos grises y un suelo blanco (podzol órtico).

El suelo anaranjado es un franco areno arcilloso a arcillo arenoso. Las plantaciones han sido instaladas mayormente sobre suelos amarillo-anaranjados de las llanuras y laderas de la terraza alta (Abadie, 1976; Sabogal, 1980 y Marmillod, 1982 citados por Claussi *et al*, 1992).

2.2.2.2 Experimentación

Regeneración natural: Schwyzer (1981), realizó investigación en diseminación, determinando producciones hasta de 10 000 semillas buenas año⁻¹ árbol⁻¹. Por su parte, Aróstegui *et al* reporta estudios fenológico de 5 años.

Regeneración artificial:

En el área experimental "Campo abierto Laurent", se encuentran las plantaciones más antiguas del CIJH las cuales datan de 1971 (Cuadro 5).

Posee una superficie de 5.2 ha, con 3.76 ha en observación. Está situado en su mayor parte en llanura y laderas de terraza alta con suelos franco arenosos, las pendientes en las laderas alcanzan de 5 a 15%.

Se destacan plantaciones a campo abierto en suelos franco arenosos, franco arcillosos y arenas francas a distanciamientos variables.

En el área experimental a campo abierto "El Piñal", se encuentran plantaciones establecidas entre 1973 y 1976 y plantaciones nuevas de 1984 a 1988 (Cuadro 6). Posee un área plantada de 6.9 ha. Las plantaciones se encuentran sobre suelos franco, franco arenoso, arena franca, arena arcillosa, arcillo arenosa, arena y arcilla.

En el sistema de fajas, se tiene un total de 40 ha de plantación, en bosque primario intervenido o secundario. Las plantaciones fueron establecidas sobre suelos franco arcilloso y areno arcillosos.

Claussi et al (1992), manifiestan que con base a los estudios sobre la edad de diez años se puede asegurar crecimientos de más de 1.5 cm en diámetro y 1.5 m en altura para *Cedrelinga*.

Plantones de cinco meses a raíz desnuda muestran un excelente prendimiento, incluso a campo abierto. A espaciamientos mayores de 3.8 m, muestran fuste sinuoso con ramificaciones y copa aparasolada. Se recomienda plantar en un rango tentativo entre 1.5 m y 2.8 m a campo abierto o en fajas de enriquecimiento.

Con base a los cuadros de resultado obtenidos por Claussi et al (1992), se produjo los siguientes consolidados de algunos resultados con *Cedrelinga* (Cuadros 5, 5a).

Cuadro 5 Campo abierto Laurent: Respuesta en crecimiento, supervivencia y volumen de Cedrelinga, a diferentes tratamientos

SUELO	ARENA FRANCA		FRANCO ARENOSO FRANCO ARCILLOSO		FRANCO ARENOSO		FRANCO ARCILLOSO					
	CODIGO	DISTANCIA	106-72	109-73	111-71	114-72	111-71	114-72				
	3 X 3	3 X 3	2 X 2	2 X 2	3 X 3	3 X 3	3 X 3	3 X 3				
	EDAD		EDAD		EDAD		EDAD					
	H	D	H	D	H	D	H	D				
	7.9	9.7	14.3	6.5	---	16.1	9.0	---	17.6	7.3	---	18.7
	12.4	18.4	20.1	11.9	19.1	18.9	13.6	19.2	19.0	12.9	19.8	24.0
	14.0	20.4	20.8	15.3	20.9	21.0	15.0	19.3	19.5	15.0	21.3	25.7
	15.0	21.7	22.1	17.0	21.5	22	17.0	20.3	20.5	17.0	23.3	27.4
	16.0	23.5	26.0				18.7	21.8	21.3	18.0	24.3	27.7
	18.5	24.5	27.7									
S (%)	56		78		70		62					
V m ³ ha ⁻¹	409.5		890		292		499.9					
N ha ⁻¹	622		1944		778		578					

S = SUPERVIVENCIA

V = VOLUMEN

N = NUMERO DE ARBOLES

H = ALTURA EN METROS

D = DIAMETRO EN CENTIMETROS

EDAD = EDAD EN AÑOS

Cuadro 5a Campo abierto El Piñal: Respuesta en crecimiento, supervivencia y volumen de Cedrelinga, a diferentes tratamientos

SUELO	FRANCO ARENOSO			ARENOSOS			ARENOSOS			ARENOSOS		
	FRANCO ARENOSO 205-73 2 X 2	ARENOSOS 211-75 4 X 2.5	ARENOSOS 216-74 5 X 5	ARENOSOS 211-75 4 X 2.5	ARENOSOS 216-74 5 X 5	ARENOSOS 501-73 4 X 15	FRANCO ARENOSO 211-75 4 X 2.5	ARENOSOS 216-74 5 X 5	ARENOSOS 501-73 4 X 15	FRANCO ARENOSO 205-73 2 X 2	ARENOSOS 211-75 4 X 2.5	ARENOSOS 216-74 5 X 5
	EDAD	H	D	EDAD	H	D	EDAD	H	D	EDAD	H	D
	0.3	0.4	---	4.8	---	---	14.5	---	---	3.6	12.4	---
	1.0	2.5	---	10.4	---	---	23.2	---	---	6.8	17.2	---
	2.0	7.2	---	12.0	19.6	26.7	26.7	10.3	19.6	10.3	23.3	19.6
	2.7	10.3	10.8	14.0	20.6	28.6	28.6	12.0	21.2	12.0	26.0	21.2
	4.0	11.8	---	15.5	22.0	29.4	29.4	16.4	25.0	16.4	31.2	25.0
	7.1	15.8	18.8									
	9.8	18.6	21.7									
	10.6	---	22.0							10.6	22.8	---
	14.0	23.0	25.5							14.0	26.9	23.3
	15.0	23.9	26.1							15.0	28.8	24.1
	16.7	25.7	27.7							16.7	32.0	24.9
S (%)	50			62						71		75
V m ³ ha ⁻¹	1026			467						231		138
N ha ⁻¹	1250			625						286		129

S = SUPERVIVENCIA

V = VOLUMEN

N = NUMERO DE ARBOLES

H = ALTURA EN METROS

D = DIAMETRO EN CENTIMETROS

EDAD = EDAD EN AÑOS

2.2.3 Investigación en Tingo María

2.2.3.1 Descripción general del área

Ubicación y clima: El área se encuentra dentro de 295 ha de bosque reservado en la Universidad Nacional Agraria de la Selva. La temperatura promedio es de 23°C y la precipitación promedio anual es de 3079 mm. El área se clasifica como un Bosque muy Húmedo Premontano Tropical (Holdridge, 1973).

Suelos y fisiografía: La regeneración natural y las plantaciones de *Cedrelinga* se encuentran en una zona de colinas con pendientes que varían de 10-40% y otra con pendientes más pronunciadas variando desde 40% a más (Lévano, 1989).

El suelos es ácido (pH 4.5), de la clase textural franco arcillo arenoso, y se clasifica como Inceptisol (Lévano, 1994).

2.2.3.2 Experimentación

Regeneración natural: No se encontró registros ni información sobre experimentación con la regeneración natural, salvo que las plantaciones se realizaron sobre áreas que presentaban regeneración natural establecida (Burgos, 1956).

Regeneración artificial: Burgos (1956) reporta plantaciones en fajas de enriquecimiento el año de 1950; 4 fajas de 5 m de ancho y unos 200 m de largo, espaciadas 15 m, orientación E-O, en una ladera de fuerte pendiente.

La superficie plantada fue de 4500 m². Se plantaron 108 brinzales (regeneración natural) de *Cedrelinga* de un año de

edad a distanciamientos de 4x4 m. A los 6 años de edad se determinó un 42% de supervivencia (45 plantas), con una altura promedio de 14 m y un dap promedio de 8.5 cm.

En 1994 se encontraron solo 90 árboles sobrevivientes, incluyendo individuos de la regeneración natural que se establecieron desde un inicio en las entrefajas.

Recientemente se han hecho labores de limpieza en ésta área, pero otras reportadas después de 1956 no se mencionan. Los árboles remanentes muestran su mala conformación, con bifurcaciones antes de los 4 m, aunque los diámetros alcanzados son muy buenos con un promedio de 1.30 m, esto a los 44 años aproximadamente. Existen también dentro de la plantación algunos ejemplares con un fuste recto hasta los 15 m aproximadamente.

2.2.4 Investigación en Yurimaguas

2.2.4.1 Descripción general del área

Ubicación y clima: La Estación Experimental Agropecuaria "San Roque", se encuentra en Yurimaguas y está ubicada a una elevación de 184 msnm (Arévalo, 1991) (Figura 5). La temperatura promedio es de 26°C y una precipitación anual promedio de 2100 mm, hay una época seca corta entre junio y setiembre (Arévalo, 1991). El área corresponde a la zona de vida Bosque Húmedo Tropical (Holdridge, 1973).

Suelos y fisiografía: El suelo está clasificado como un Typic Paleudult (Ultisol), plano y bien drenado. La textura del suelo (0-15 cm) varía de arena franca (7% de arcilla) a franco arenoso (17% de arcilla) (Arévalo, 1991).

2.2.4.2 Experimentación:

Regeneración natural: No hay trabajos de investigación con regeneración natural.

Regeneración artificial: *Cedrelinga* fue plantada en un sistema mixto, donde se incluyó *Bactris gasipaes* HBK, *Colubrina sp*, *Inga edulis*, y *Eugenia stipitata*. El sistema se estableció con una rotación de arroz (*Oryza sativa*) y caupí (*Vigna unguiculata*).

El sistema fue instalado después de una quema sobre 1875 m². El primer año se rotaron cultivos de ciclo corto (arroz-arroz-caupí) sin fertilización, utilizando los rastrojos como material orgánico. Se sembró el arroz a 30 cm entre plantas y 50 cm entre filas y el caupí a distancias de 30x30 cm. En el segundo año se sembró arroz, totalizando cuatro cultivos en los 2 años.

En octubre de 1985 se plantó *Cedrelinga* y *Bactris gasipaes* a 10x10 m. En noviembre se sembraron semillas de *Inga edulis*, y *Eugenia stipitata* se sembró en febrero de 1986 con la segunda siembra de arroz. *Inga edulis* por su característica de rápido crecimiento, debe ser controlada con podas periódicas hasta que no compita con las especies arbóreas, lo que a su vez proveera de leña.

En enero de 1987 se sembró una leguminosa (*Centrosema macrocarpon*) como cobertura del suelo, alcanzando el 100% de cobertura entre los 9 y 10 meses después de la siembra (Arévalo, 1991).

El mayor establecimiento y crecimiento de *Cedrelinga* fue asociado con un contenido mayor de arcilla, pero este efecto parece disminuir después de 4 ó 5 años, probablemente por el establecimiento de sistemas radiculares y mecanismos internos de reciclaje de los nutrientes. En el Cuadro 7 y en la Figura 6 se puede observar el crecimiento de *Cedrelinga* en un sistema mixto en Yurimaguas.

Cuadro 7 Crecimiento de *Cedrelinga* en altura y diámetro para 8 años en un sistema mixto en la EESR-Yurimaguas.

AÑO	1989	1990	1991	1992	1993
ALTURA	6.97	10.54	13.50	14.69	15.94
DIAMETRO	7.04	10.15	13.31	14.30	16.57

Altura en metros

Diámetro en centímetros

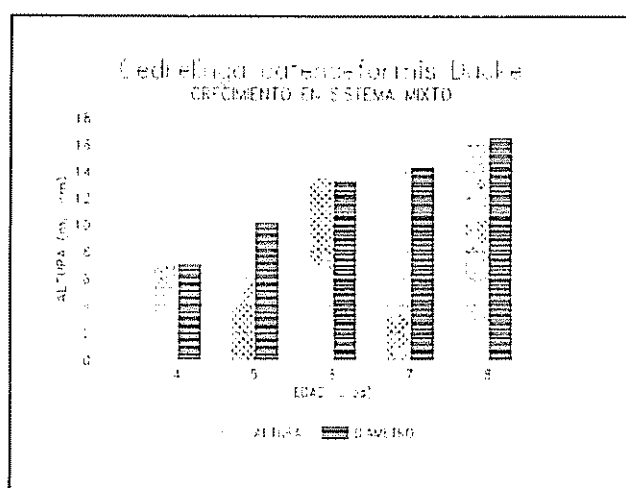


Figura 6 Crecimiento de *Cedrelinga* en altura y diámetro para 8 años en un sistema mixto en la Estación Experimental San Roque (Yurimaguas).

2.2.5 Investigación en Colombia

2.2.5.1 Descripción general del área

Ubicación y clima: Los ensayos fueron establecidos en la Granja Experimental El Trueno por personal de la Estación Silvicultural San José del Guaviaré. La temperatura media anual es de 25°C y laprecipitación promedio anual es de 2697 mm; junio es el mes más húmedo y enero el más seco (Martinez, 1987). El área encuentra dentro de la formación de Bosque Húmedo Tropical (Holdridge, 1973).

Suelos y fisiografía: La fisiografía dominante corresponde a terraza plana con topografía ondulada-plana y pendientes dominantes del 10%. Los suelos son de textura arcillo arenosa, con drenaje moderado y pH de 4.6 (Martinez, 1986).

2.2.5.2 Experimentación

Regeneración natural: No se reporta en la bibliografía consultada.

Regeneración artificial: Se realizaron plantaciones de enriquecimiento en bosque secundario en mayo de 1982. Se plantó en 4 fajas de 55 m de largo por 1 m de ancho, distanciadas 10 m entre ellas y 5 m entre plantas. Se plantaron 11 árboles por parcela y se evaluaron 9 por cada una. Se efectuaron limpiezas de mantenimiento durante el primer año (Martinez, 1986).

Hasta los cinco años de edad, *Cedrelinga* registró un incremento medio anual (IMA) de 1.70 m año⁻¹ y 1.2 cm año⁻¹ en altura y diámetro (Martinez, 1987). En la misma plantación la sobrevivencia a los 4 años fue de 95%, con una altura promedio de 5.6 m y una altura dominante de 7.1 m.

Por otro lado, respecto a la conservación, Triviño *et al* (1990) realizaron estudios de almacenamiento de semillas de *Cedrelinga*, demostrando que es posible almacenar la semilla hasta 270 días con un porcentaje de germinación final de 87.5%.

2.2.6 INVESTIGACION EN BRASIL

2.2.6.1 Descripción general del área

Ubicación y clima: La investigación se realizó en Manaus, en la Reserva Forestal Ducke. La temperatura promedio del mes más frío nunca inferior a 18°C. El área corresponde a la zona de vida Bosque Húmedo Tropical (Holdridge, 1973).

Suelos y fisiografía: El suelo predominante es el Latosol amarillo.

2.2.6.2 Experimentación

Regeneración natural: No se encontraron referencias sobre manejo de la regeneración natural, pero sí otras investigaciones. Magalhaes *et al*, (1982) estudiaron la ocurrencia de nodulación en esta especie, indicando que mantiene una buena y alta capacidad de nodulación. Freitas *et al* (1991), reportan estudios de polen.

Regeneración artificial: Alencar y Araujo, (1980) experimentaron en plantaciones de enriquecimiento bajo dos condiciones de iluminación: bajo dosel del bosque primario y a campo abierto. La plantación se realizó en fajas de 5 m con 15 plantas en cada tratamiento, a un espaciamiento de 5 x 2.5 m.

La plantación se realizó entre junio de 1962 y julio de 1966, con una reposición al año siguiente. Las limpiezas se hicieron anualmente. Las evaluaciones corresponden a mediciones de altura, diámetro y supervivencia del periodo 1970 a 1978.

A los 12 años, *Cedrelinga* muestra una altura de 19.3 m y un diámetro de 22.8 cm a campo abierto. En condición bajo dosel, fue de 4.95 m y 5.16 cm, respectivamente. La supervivencia a la misma edad fue del 80% en ambos casos.

2.3 Sistema automatizado de evaluación de tierras (ALES)

2.3.1 Sistemas de expertos

Arze (1993) manifiesta que los sistemas de expertos, como técnicas de inteligencia artificial, utilizan las capacidades de los seres vivos, de manera que ordenan conocimientos y experiencias de manera sistemática, descubriendo interrelaciones que se ligan entre sí para producir un mecanismo de información adecuado a las condiciones planeadas. El mismo autor manifiesta que los sistemas de expertos son programas de ordenador donde se incorporan las experiencias humanas. Estos sistemas pueden considerarse como un intermediario entre los expertos humanos que transmiten su conocimiento al programa y un usuario que interroga al sistema experto.

Un sistema de expertos es un programa para resolver problemas en un dominio concreto, mediante un proceso de razonamiento basado en el conocimiento específico (Verdejo, 1986 in Arze, 1993).

La generación y transferencia de tecnología en si misma es compleja, y la posibilidad de ofrecer recomendaciones a los productores, utilizando modelos de conocimientos (expertos), se presenta como una opción atractiva frente a las recomendaciones empaquetadas (Arze, 1993).

2.3.2 ALES

El sistema automatizado de evaluación de tierras (ALES), es un "software" que funciona en el marco de la evaluación de tierras de la FAO y permite al usuario crear sistemas de expertos de acuerdo a las características de sus necesidades. Este programa fue desarrollado en la Universidad de Cornell (USA), con la finalidad de asistir el proceso de evaluación de tierras, basado en el esquema de la FAO (Rossiter, 1991, citado por Arze, 1993).

El ALES permite al evaluador de tierras construir su propio sistema de expertos con el que puede establecer la aptitud física y económica de unidades de tierra, respecto a los tipos de utilización seleccionados (Arze, 1993).

En ALES el investigador desarrolla su modelo para satisfacer las necesidades locales bajo sus propios objetivos. En consecuencia, no existe una lista establecida de requerimientos para evaluar los tipos de utilización de la tierra (TUT) (Rossiter *et al*, 1993).

En la construcción del modelo se utilizan árboles de decisión, colocados en orden jerárquico; se toman las características de la tierra como base de la evaluación, y con criterios lógicos se establecen sus cualidades para confrontarlas con los requisitos de su uso, y sus resultados se expresan en términos de aptitud de la tierra física y económica (Arze, 1993).

2.3.2.1 Evaluación física

La evaluación física indica el grado de aptitud para un uso de la tierra, sin considerar las condiciones económicas. Enfatiza los aspectos relativamente permanentes de la aptitud (clima y condiciones edáficas). Si una unidad de tierra es clasificada como físicamente no apta, no será evaluada económicamente, pues si su uso es muy riesgoso o físicamente imposible, el análisis económico no puede justificarlo (Rossiter *et al*, 1993).

2.3.2.2 Evaluación económica

ALES dota al planificador de un estimado realista de la aptitud económica de cada unidad de tierra para cada uso propuesto. La aptitud de la tierra es evaluada mediante el uso de varios parámetros económicos, entre los que se incluyen el Valor Presente Neto (VPN) de un TUT (dinero por hectárea, durante la vida útil del proyecto); este valor es recomendado para valorar el TUT, aunque es bastante sensible a la tasa de descuento asumida (tasa a la cual el dinero puede ser prestado). ALES calcula fácilmente la producción y los retornos económicos; ingresando nuevos parámetros en el modelo, se recalcula la evaluación con suma facilidad (Rossiter *et al* 1993; Arze, 1993).

2.3.3 Evaluación de tierras con fines forestales

Una de las decisiones más antiguas del uso de la tierra tuvo que ver con qué tierra bajo cobertura forestal habría que desmontarse para convertirla a usos agrícolas. Con el correr de los años, las demandas crecientes de madera y más recientemente de leña han conducido a cambios en el uso de la tierra en el sentido opuesto, el establecimiento de plantaciones forestales (FAO, 1985).

Progresivamente, en la evaluación de tierras se están incorporando los sistemas agroforestales, contruidos a partir de la síntesis de la FAO (Celada, 1993).

La base de la evaluación de tierras es la comparación entre la tierra y su uso. Los usos de la tierra considerados pueden variar desde clases definidas en forma general (como por ejemplo, las plantaciones de maderas blandas, bosques conservacionistas), hasta usos descriptivos con mayor detalle (por ejemplo, especies forestales, métodos silviculturales y prácticas de cosecha) (FAO, 1985).

3. METODOLOGIA

3.1 Descripción del área (EEAVH-Pucallpa)

3.1.1 Ubicación

Estación Experimental Forestal Alexander von Humboldt.

Distrito: Irazola. Provincia: Padre Abad. Región: Ucayali

Caserio: Von Humboldt (Km 86 de la Carretera Federico Basadre).

Latitud: 8°22' Sur a 9°36'. Longitud: 74°48 Oeste a 75°35'.

Altitud: 200-340 msnm.

(Figura 5)

3.1.2 Clima

Las observaciones meteorológicas de 6 años tomadas en la EEAVH, mostraron una temperatura media máxima de 29.3° y una temperatura media mínima de 24°C, con una temperatura media total de 26.7°C. La humedad relativa es de 78.9% promedio anual y la precipitación promedio anual es de 4000 mm, siendo julio el mes menos lluvioso, los meses más lluviosos son noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo. En diciembre existe una "canícula" o periodo seco de una semana o más en el que no llueve (Cuadro 8), (Vidaurre, 1992a).

Cuadro 8 Resumen de información meteorológica de 6 años en la EEAVH (Promedios mensuales periodo 1984-1990) (Figura 3b)

Observación	Meses												PROM
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Temperatura	26.5	26.5	26.5	26.6	26.2	24.9	25.7	27.2	27.5	27.6	27.5	27.4	26.7
Humedad rel.	81.1	81.2	81.8	81.6	80.9	80.1	75.2	73.3	73.8	78.0	80.2	79.1	78.9
Precipitac.	516	517	488	345	212	235	48	143	182	360	570	385	4000

Temperatura en °C

Humedad relativa en %

Precipitación en mm

Prom = Promedio anual

3.1.3 Geología y fisiografía

Koike (1987), define el área como una zona húmeda, caliente, formada por depósitos aluviales compuestos de arcila ácida y de partículas pequeñas como limo. En el área se definen tres configuraciones comprendidas entre los 200 y los 340 msnm (Figura 7).

1. Una zona de colinas, cuya altitud es de 290 a 340 m, presentando un declive suave, con pendientes mayores al 30%.
2. Una zona de colinas, cuya altitud es de 250 a 290 m; con pendientes entre 8 y 30%.
3. Una zona inclinada o plana, cuya altitud es menor de 250 m; con pendientes de 0 a 8%.

3.1.4 Suelos

En función de la topografía y la altitud, se diferencian en el área los siguientes tipos de suelo: Acrisoles en llanuras y laderas suaves, Gleysoles en bajíos inundables y en sitios de afloramiento de la napa freática, y Cambisoles en las áreas o zonas colinosas (Figura 8).

Vidaurre (1991b) muestra la distribución porcentual de los suelos por tipo de fisiografía en 1500 ha del área experimental de la EEAVH (Cuadro 9).

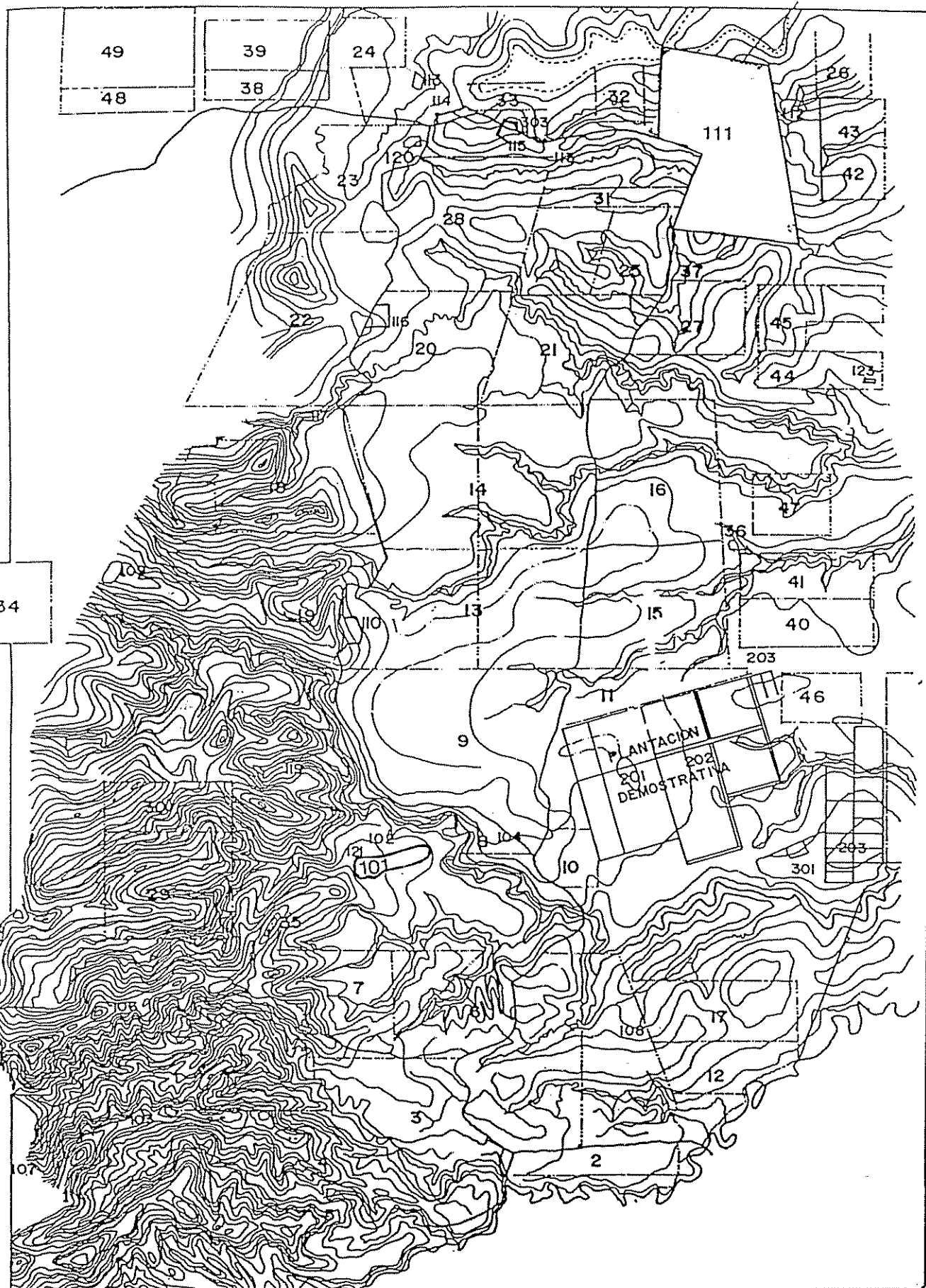
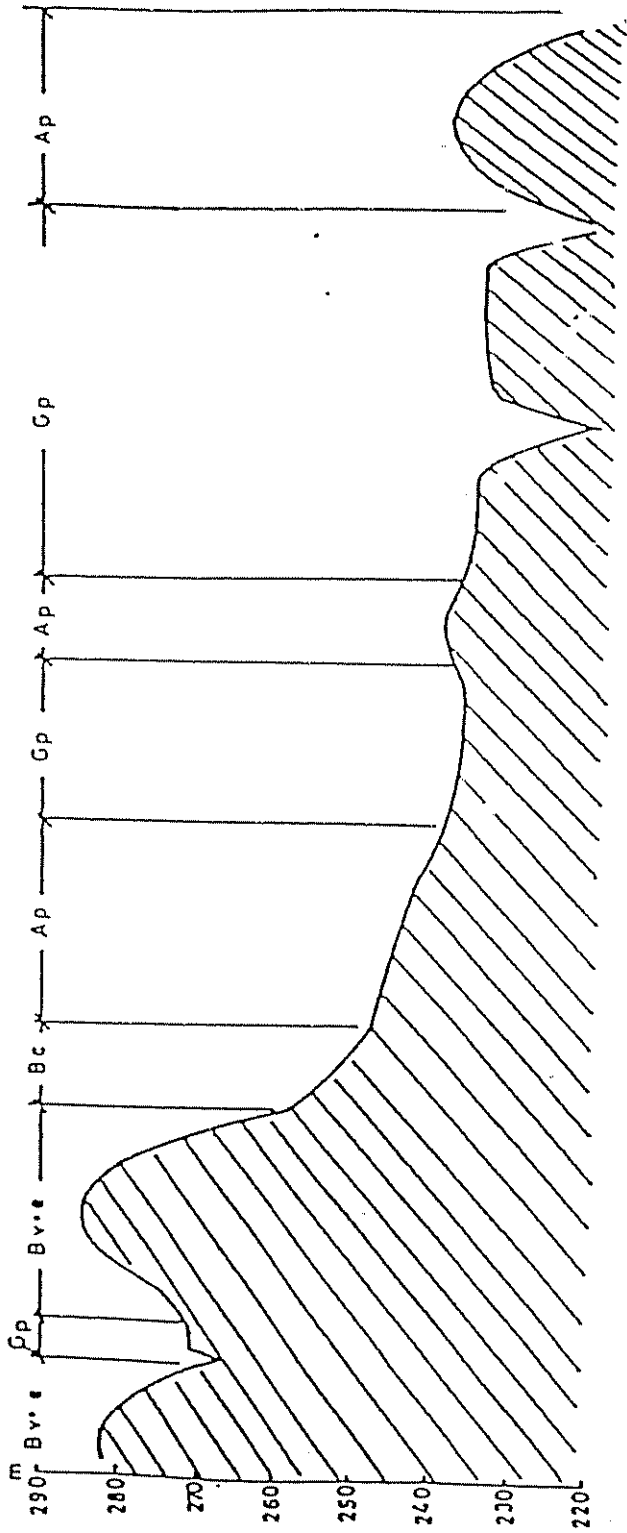


FIGURA 7. FISIOGRAFIA, AREAS DE REGENERACION NATURAL Y ARTIFICIAL EN LA EEAVH, AMAZONIA PERUANA



Leyenda:
Bv, Bc: Suelos cambisoles
Ap: Suelo acrisol
Gp: Suelo gleysoil

Figura 8. Fisiografía y distribución de suelos por fisiografía
(Fuente: INIAA-JICA, 1991)

Cuadro 9 Distribución porcentual de suelos por fisiografía en 1500 ha, en el área experimental de la EEAVH (Vidaurre, 1991b).

Fisiografía	Suelos (%)		
	Cambisoles	Acrisoles	Gleysoles
Plano	----	12.6	25.2
Ondulado	7.5	21.0	11.0
Colina	22.4	----	0.3

Sánchez (1980) hizo una correlación aproximada del sistema USDA de taxonomía de suelos y la leyenda de la FAO/UNESCO, donde los suelos ultisoles corresponden a suelos acrisoles y los inceptisoles a cambisoles, según las clasificaciones USDA y FAO/UNESCO, respectivamente.

FAO (1976) reconoce tres clases texturales para los diferentes suelos: gruesa, media y fina. La textura gruesa, comprende suelos arenosos, arenosos francos y franco arenosos con menos de 18% de arcilla y más de un 65% de arena.

La textura media contiene suelos franco-arenosos, francos, franco arcillo-arenosos, franco-limosos, limosos, franco arcillo-limosos y arcillo-limosos con menos de un 35% de arcilla y menos de un 65% de arena; la fracción arenosa puede ser de hasta un 82% si se halla presente un mínimo de un 18% de arcilla. La textura fina comprende suelos arcillosos, arcillo-limosos, arcillo-arenosos, franco-arcillosos y francos arcillo-limosos con más de un 35% de arcilla. La descripción corresponde a los 30 cm superiores.

3.2 Unidades de experimentación con *Cedrelinga*

3.2.1 Antecedentes

La investigación con esta especie se desarrolla dentro del bosque experimental de la EEAVH desde el año 1982; paralelamente, se maneja la regeneración natural y se realizan plantaciones de enriquecimiento y una plantación demostrativa de una ha.

La investigación inició con ensayos de regeneración natural mixta y de especie única (monoespecífica); pero el cuidado de los ensayos de regeneración mixta resultaron muy complicados, pues no habiendo personal capacitado en cantidad suficiente, personal inexperto (sin conocimiento de las especies) cortaba las plántulas de la regeneración escogida al momento de hacer el mantenimiento, la apertura de dosel tampoco dio el resultado esperado. Los trabajos de regeneración monoespecífica iniciaron en 1982 con un experimento de 2.1 ha con 11 árboles semilleros, la investigación se enriqueció al encontrar el año de 1985 un área de 30 ha con 34 árboles semilleros, esto condujo a abandonar la investigación en regeneración mixta y dedicarse exclusivamente al manejo de una sola especie.

A continuación se describe brevemente cada una de las modalidades de experimentación monoespecífica con *Cedrelinga*.

3.2.2 Regeneración natural (áreas 101 y 111)

3.2.2.1 Area "101"

Esta área de investigación (Figura 9) se estableció en mayo de 1982 sobre una extensión de 2.1 ha donde se encuentran 11 árboles semilleros (o árboles padres) de *Cedrelinga*. El área se localiza a 235 msnm en una terraza de microrelieve suave con inclinaciones menores de 5 grados. Los suelos en este sitio corresponden a Plinthic Acrisols (clasificación FAO-UNESCO).

El objetivo de los tratamientos que se aplicaron fue dar las condiciones necesarias a las semillas para que germinen y desarrollen en forma óptima. El primer paso consistió en la eliminación del sotobosque (arbustos, enredaderas y regeneración de otras especies no valiosas) con la intención de incentivar el crecimiento de la regeneración preexistente. Posteriormente se reguló la entrada de luz mediante clareos graduales y sucesivos (Cuadro 10), (Maruyama, 1987).

Luego de la instalación se efectuaron seis operaciones de clareo en 38 meses (Cuadro 10), combinandose con 7 mantenimientos en 43 meses (Cuadro 11) y 4 raleos en 38 meses (Cuadro 12), finalizandose con una densidad de 400 fustales, aproximadamente a un distanciamiento de 5x5 m entre ellos.

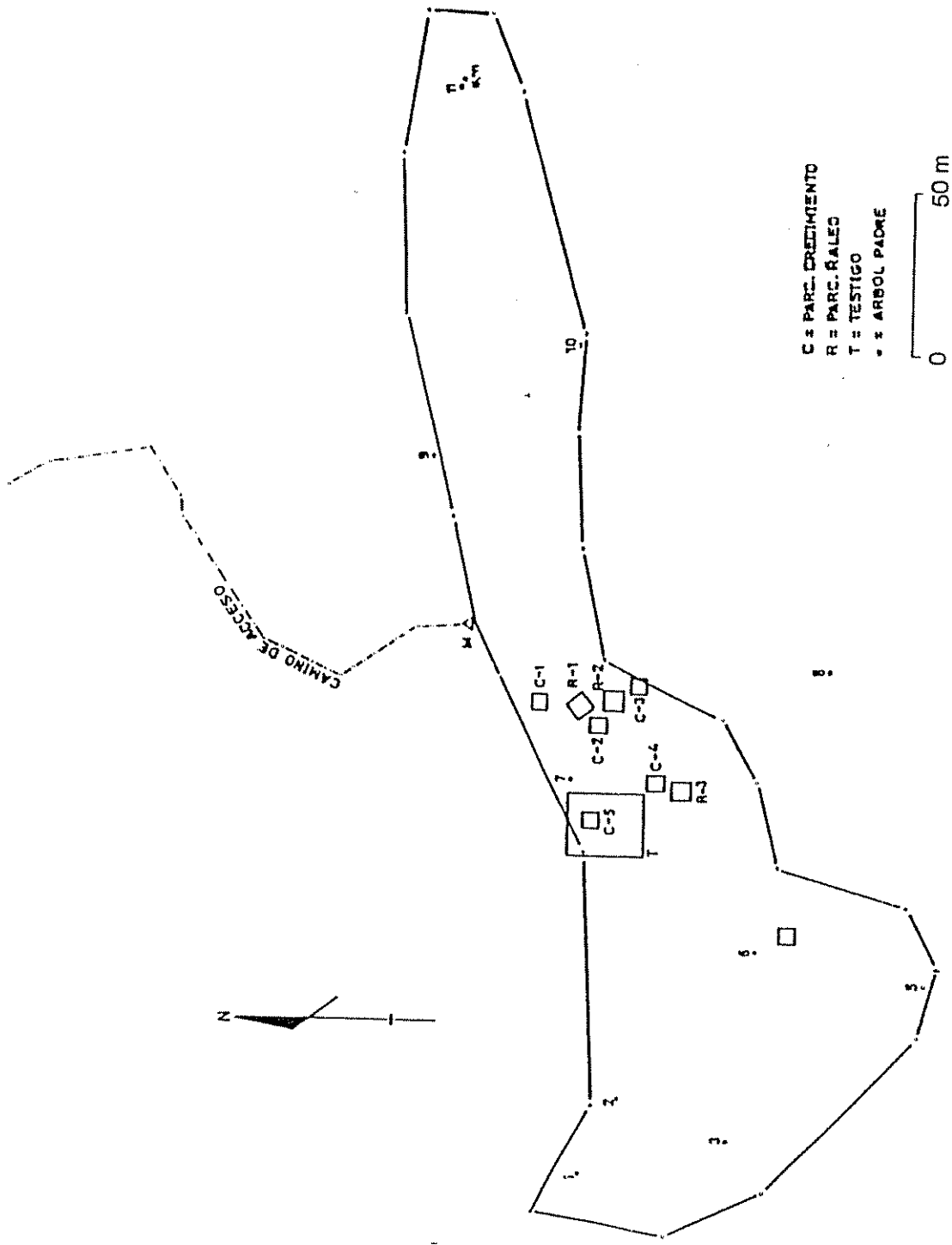


Figura 9. Regeneración natural de Cedrelinga, área 101

Cuadro 10 Clareos en el área 101 de la EEAVH

Fecha	Edad (meses)	Actividad	Medida (lux)
05-1982	0	Clareo	300-600 lux
07-1985	38	Clareo	40 000-60 000 lux

Cuadro 11 Mantenimientos en el área 101 de la EEAVH

Fecha	Edad (meses)	Medida (unidad)
02-1983	0	0
09-1986	43	7

Cuadro 12 Raleos en el área 101 de la EEAVH

Fecha	Edad (meses)	Medida (%)
06-1984	24	-
01-1985	31	-
08-1986	50	-
02-1987	62	83

3.2.2.2 AREA "111"

La investigación en esta área se llevó a cabo con base a los resultados preliminares de crecimiento logrados bajo condiciones de raleo y control de luz realizados en el área 101. El área se encuentra a 220 msnm, sobre un relieve plano a plano ondulado, con pendientes menores de 5°. El suelo corresponde al Plinthic acrisols.

Esta área (Figura 10) fue delimitada en mayo de 1985, existiendo en ella 34 árboles semilleros dentro de 30 ha establecidas para el control de la regeneración de *Cedrelinga*. Los experimentos con control de luz se iniciaron en febrero de 1987.

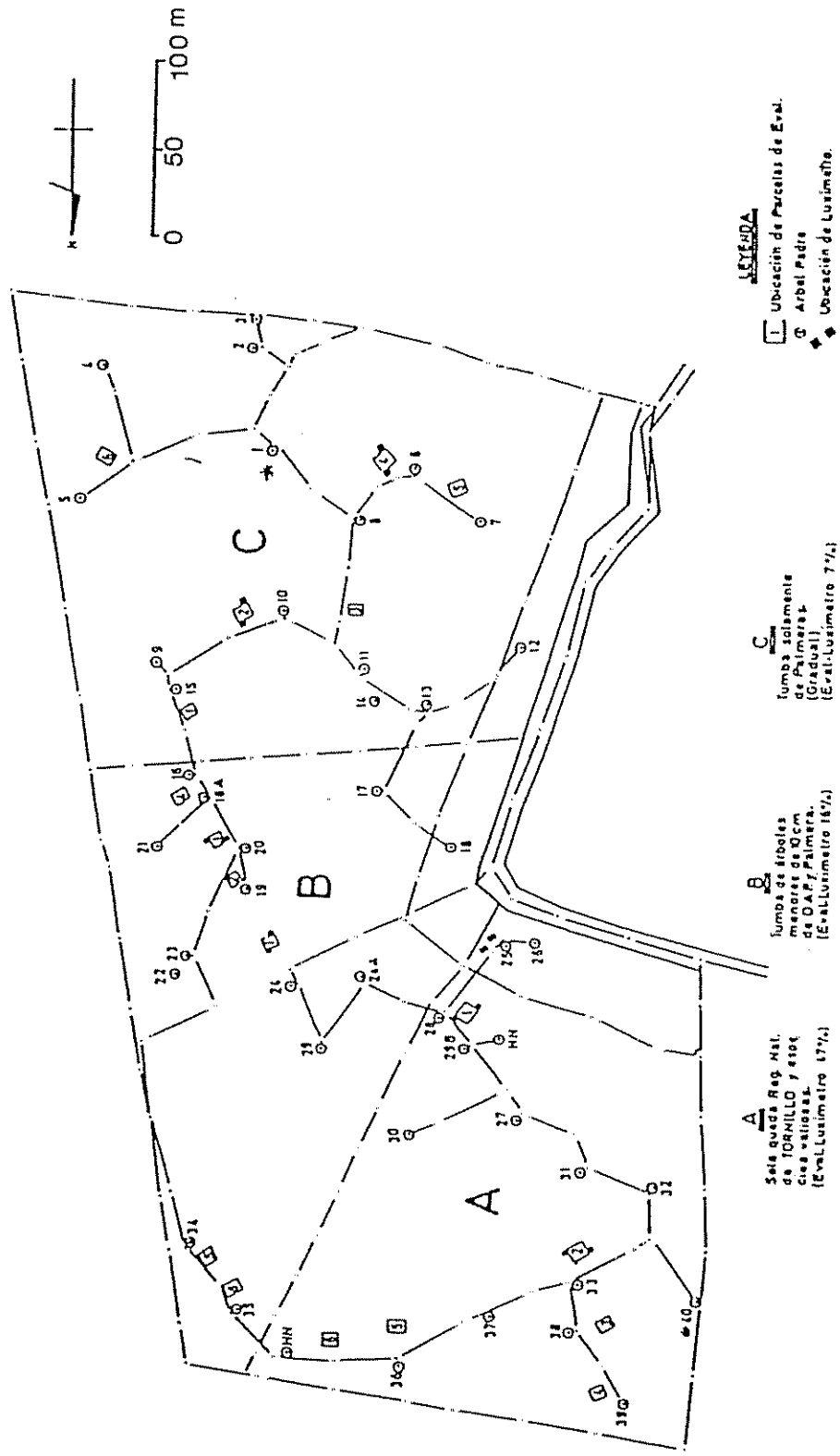


Figura 10. Regeneración natural de Cedrelinga, área 111

Se probaron tres tratamientos (A, B y C). El tratamiento A consistió en realizar una tumba de aproximadamente el 80 % de árboles de dosel, intermedios y palmeras. Se dejaron las especies valiosas del dosel dominante e intermedio. Se realizó el tratamiento hasta controlar un ingreso relativo de luz del 47.3% en las evaluaciones con fotómetro.

El tratamiento B consistió en una sola tumba de árboles menores de 10 cm de dap y todas las palmeras; se obtuvo 15.7 % de intensidad relativa de luz en la evaluación por fotómetro.

El tratamiento C consistió en tumbar sólomente un 5 % de palmeras cada dos o tres meses; se obtuvo 7.1% de ingreso relativo de luz en la evaluación con fotómetro (no se concluyó, porque la regeneración no se estableció en los sitios sin apertura del dosel).

Los fotómetros son receptores de luz con célula fotoeléctrica. Estos receptionan la energía lumínica y la convierten y acumulan en forma de energía eléctrica. Los receptores fueron ubicados en parcelas de control, tres por parcela de regeneración natural. En esta área se colocaron 9 parcelas de control.

Los acumuladores estaban colocados sobre una base fija de madera a 1.30 m. de altura sobre el suelo. La luz se acumuló las 24 horas del día durante una semana. Al cabo de la semana se hicieron los controles, promediando los valores obtenidos y comparándolos con una medición a campo abierto equivalente al 100%, para obtener un valor relativo de la iluminación en el interior del bosque.

Se realizaron mantenimientos anuales para el control de malezas solamente en la parcela A. El primer año (1987), se hicieron 2, el 88 y el 89 tres, dos en 1990 y solamente uno en 1991.

En febrero de 1988 se realizó un raleo en la parcela A, distanciando los arbolitos a 2x2 m aproximadamente. Previamente se hizo un cálculo de las existencias de regeneración en las 10 ha, mediante el conteo en 3 parcelas de 50x50 m. Este arrojó en promedio 75 000 plántulas por ha a los 2 años. Con relación a las parcelas de control se hizo una aproximación a los 6 meses de edad, resultando un promedio de 95 000 plántulas por ha.

3.2.3 Regeneración artificial

La experimentación se inició en 1982 y prosiguió hasta 1989. En total se instalaron 600 ha de plantaciones en fajas de enriquecimiento y 100 ha de plantaciones a campo abierto (Figura 7). Dentro de éstas áreas se encuentran aproximadamente 19 000 plantas de *Cedrelinga* evaluadas dos veces al año (abril y octubre) hasta la fecha (1994), de las cuales se evalúan para la presente investigación 1800 plantas.

3.2.3.1 Plantaciones en fajas de enriquecimiento

En este método se abrieron líneas o franjas de ancho y espaciamientos variables a través del bosque (Figura 11, 12) plantando o sembrando en ellas las especies deseadas.

Las condiciones fueron las siguientes: Fajas de enriquecimiento de 5m de ancho con entrefajas de 10 y 15m; fajas de 10m de ancho con entrefajas de 20m y fajas de 30m de ancho con entrefajas de 60m.

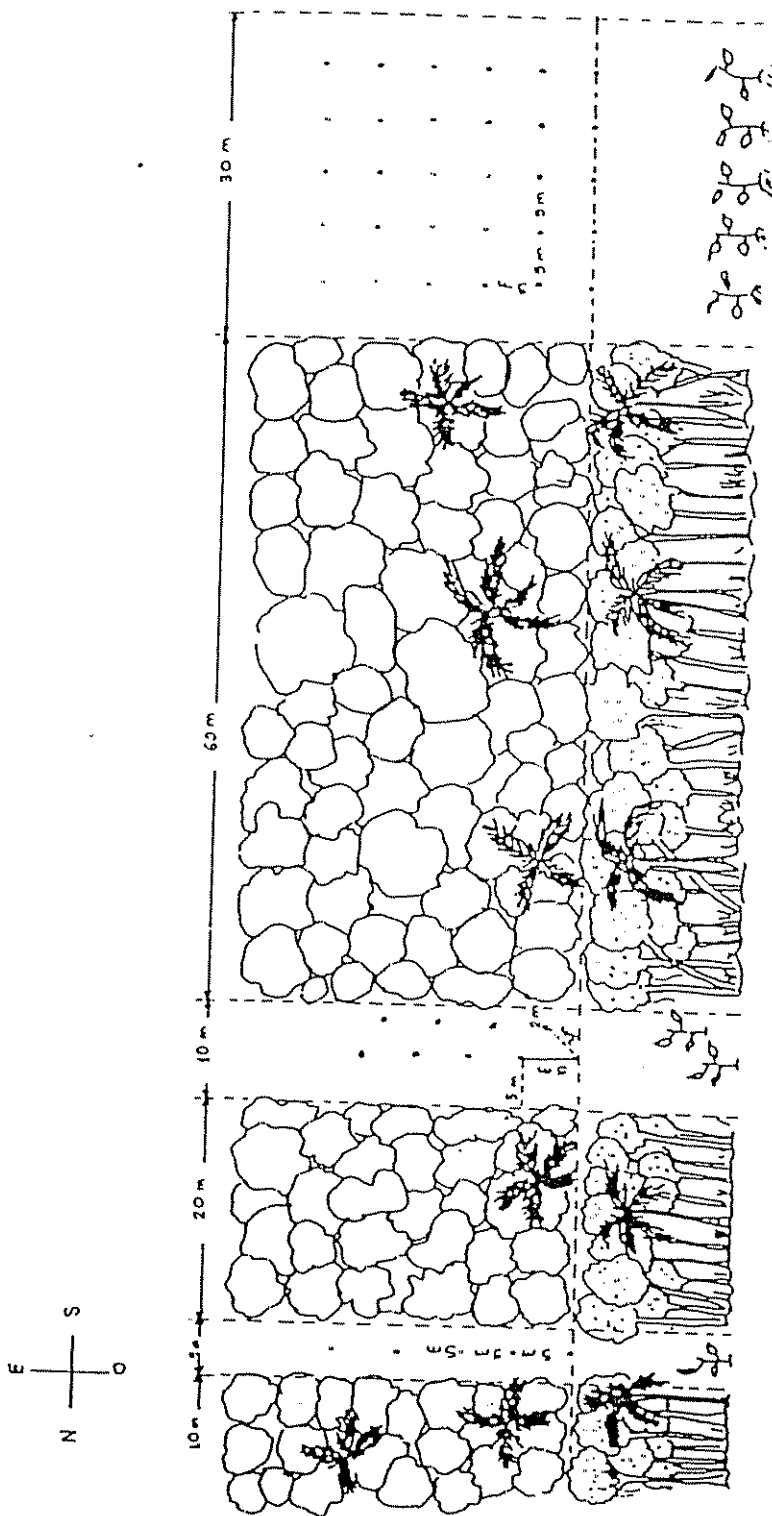


FIGURA 11. SISTEMAS DE REGENERACION ARTIFICIAL ESTANDAR EN LA EAVH

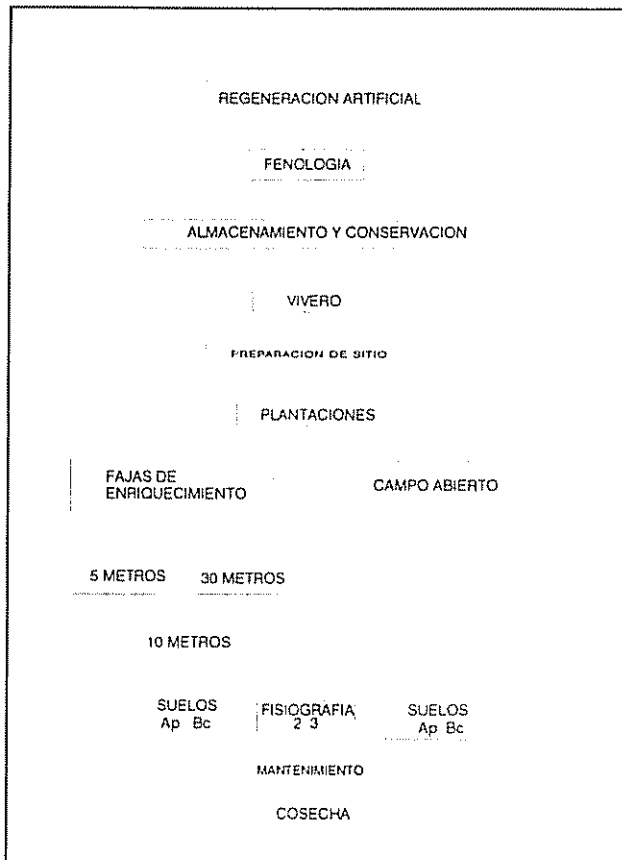


Figura 12. Procesos silviculturales de manejo en la EEAHV para *Cedrelinga* en regeneracion artificial

3.2.3.2 Plantaciones a campo abierto

La plantación a campo abierto se realizó sobre 1 ha de terreno dentro de una superficie que contenía en total 100 ha de plantación demostrativa de especies nativas (todas de 1 ha y a campo abierto). Se utilizó un distanciamiento entre plantas de 3 x 3 m. El suelo corresponde a un Plinthic Acrisol, y la fisiografía es plana y ondulada.

3.3 Procedimiento metodológico

Recopilación, análisis e interpretación de datos e información existentes sobre crecimiento de *Cedrelinga*

3.3.1 Recopilación de la información

Se recuperó la información que se encontraba en la base de datos de la EEAVH, así como los historiales de crecimiento y las libretas de campo allí existentes (Cuadro 13)

La recuperación de datos e información con respecto al manejo de regeneración natural de *Cedrelinga* fue hecha con base a los ensayos instalados en 1982 en el área 101 y en 1987 en el área 111, con 2.10 y 30 ha, respectivamente.

Cuadro 13 Información obtenida en la EEAVH

Información	Regeneración natural		Regeneración artificial			
	Area 101	Area 111	5m	10m	30m	C.A.
Establecimiento de parcelas	x	x	x	x	x	x
Preparac.sitio	x	x	x	x	x	x
-rozo	x	x	x	x	x	x
-tumba			x	x	x	x
-estaqueo			x	x	x	x
-plantación			x	x	x	x
-reposición			x	x	x	x
Mantenimiento	x	x	x	x	x	x
-rozo (corte de trepadoras)	x	x	x	x	x	x
-frecuencia	x	x	x	x	x	x
-intensidad	x	x	x	x	x	x
-control borde			x			
Raleo	x	x				
-frecuencia	x	x				
-intensidad	x	x				
Evaluación de crecimiento	x	x	x	x	x	x
Control de luz, apertura de dosel	x	x				

3.3.2 BASE DE DATOS

La información recuperada fue digitada en el programa Q-Pro versión 4.0. Las observaciones tomadas fueron las siguientes: Variable ANCHFAJA; Variable ANCHENTR; Variable DISTANC; Variable SUELO; Variable FISIOGR; la EDAD en meses; la FREQ; la ALTURA y el DIÁMETRO (Cuadros 14 y 15).

Cuadro 14. Lista de variables y ejemplo de combinación

	A	A							D
	N	N	D		F				I
	C	C	I		I		A		A
	H	H	S	S	S	F	L		M
	F	E	T	U	I	E	R	T	E
O	A	N	A	E	O	D	E	U	T
B	J	T	N	L	G	A	Q	R	R
S	A	R	C	O	R	D		A	O
1	1	1	1	1	1	44	28	3.2968	2.7800
2	1	1	1	1	1	52	28	4.8346	4.1231
3	1	1	1	1	1	58	28	5.3607	4.5462

Las observaciones en la base de datos corresponden a cada árbol y sus evaluaciones (dos por año). En las salidas SAS que se presentan en los anexos, cada observación corresponde al promedio de la combinación a una edad determinada.

Cuadro 15 Leyenda para identificación de variables en los análisis estadísticos

Fisiografía (FISIOGR)	1, 2, 3 (ver fisiografía 2.9.1)
Suelos (SUELO)	1 Gleysol (Gp) 2 Chromic cambisol (Bc) 3 Verthic cambisol (Bv) 4 Plinthic acrisol (Ap)
Sistemas de regeneración (ANCHFAJA)	Regeneración artificial: 1 Faja de 5m 2 Faja de 10m 3 Faja de 30m 6 Campo abierto 7 Bajo dosel Regeneración natural: 4 Regeneración natural 101 5 Regeneración natural 111
Ancho de entrefaja (ANCHENTR)	1 10m 2 15m 3 20m 4 60m

Como ejemplo, el resultado de la combinación 11111 44 28 3.2968 2.7800 del Cuadro 4a, quiere decir: ANCHFAJA=1=5m, ANCHENTR=1=10m, DISTANC=1=5x5M, SUELO=1=Gleysol, FISIOGRAF=1=Ondulado, EDAD=44 meses, FREQ=28=Número de árboles evaluados y que la ALTURA=3.2968 y el DIAMETRO=2.780.

3.3.3 Análisis estadístico de los datos

Los análisis se realizaron con el programa estadístico SAS, versión 6.03. Para ello se utilizó una base de datos conteniendo 18,590 lecturas, correspondientes a 1800 individuos de *Cedrelinga* evaluados durante 10 años consecutivos. La leyenda para la clasificación de variables en los análisis se presenta en el Cuadro 16.

Para el análisis se utilizaron parcelas subdivididas en el Modelo General Lineal (GLM) para datos desbalanceados. Cuando se requirió, los cálculos se hicieron utilizando la covariable edad. Para efectos de probar si había alguna asociación entre el crecimiento, la forma de copa y su iluminación, se empleó la prueba de Chi Cuadrado.

Para determinar el volumen se utilizó la fórmula desarrollada para *Cedrelinga* en el Centro de Investigación Jenaro Herrera (Claussi, et al, 1992):

$$\text{Volumen} = \text{EXP}(-8.359 + 2.3609 * \text{Ln}(\text{diámetro}))$$

Volumen en m³

Diámetro (dap) en cm

La comparación de los resultados dentro de las variables independientes ANCHFAJA, SUELO y FISIOGR, se realizó por medio de la prueba e Duncan.

3.4 Evaluación de la regeneración natural

3.4.1 Objetivo

El objetivo es determinar cómo se manifiestan dentro de la regeneración algunas variables como la iluminación que recibe la copa (Figura 13) y la forma de esta (Figura 15), y analizar estadísticamente si es que existe algún grado de asociación entre el crecimiento diamétrico, la forma del fuste (Figura 14) y las variables nombradas anteriormente. Con la medición de la luz y el inventario de la regeneración se quiere ver si la regeneración ocurre bajo el dosel de la regeneración natural establecida y a que intensidad relativa de luz.

3.4.2 Diseño del inventario

Con el fin de determinar el efecto de tratamientos silviculturales aplicados en las áreas 101 y 111 de regeneración natural de *Cedrelinga*, se llevó a cabo un inventario de esta.

En el área 101 se inventarió 30% de la población de árboles padre, tomados al azar (Figura 9).

En base a un muestreo aleatorio estratificado en el área 111, donde los tres tratamientos de apertura de dosel fueron los estratos, se muestreó el 30% de la población de árboles padre de cada estrato, tomados al azar (Figura 10).

Los árboles padres fueron escogidos mediante una tabla de números aleatorios, y aquellos seleccionados que estuvieron a distancias menores a 60 m fueron sujetos a una restricción, por medio de la cual el segundo árbol escogido era nominado para una nueva selección, hasta encontrar un árbol que no conteniase dicha restricción.

Se inventariaron los fustales al 100 % alrededor de los árboles padre escogidos, en un radio de 30 m (2827.44 m²) (Cuadro 16).

Cuadro 16 Clasificación por clases de la regeneración natural CATIE/RENARM-BN

Brinzal.	30 cm de altura hasta 1.5 m altura
Latizal bajo	1.5 m de altura a 2.4 cm dap (LB1) 2.5 cm dap a 4.9 cm dap (LB2)
Latizal alto	5.0 cm dap a 7.4 cm dap (LA1) 7.5 cm dap a 9.9 cm dap (LA2)
Fustal	> 10 cm dap

Los brinzales y latizales se inventariaron en 4 parcelas de 2 x 2 m, espaciadas cada 5.5 m en 6 radios tomados al azar, con longitudes de 30 m desde cada árbol escogido (Cuadro 17).

3.4.3 TOMA DE DATOS

En los fustales, latizales y brinzales evaluados se tomaron los siguientes datos (Cuadro 17):

Cuadro 17 Variables medidas en la toma de datos del inventario de regeneración natural en las áreas "101" y "111" de la EEAVH

Variable	Descripción
Altura Total	-En metros con un decimal (medido con regla telescópica)
dap	-En centímetros con dos decimales (medido con cinta diamétrica)
Características del fuste	-Cuadro 16a, Figura 9 (Anexos)
Forma de la copa	-Cuadro 16, Figura 10 (Anexos)
Iluminación de la copa	-Cuadro 16b, Figura 8 (Anexos)
Intensidad relativa de luz	-Medida con densiómetro (a 1.30 m del suelo)

3.4.4 Análisis de los datos

El análisis se realizó utilizando una base de datos hecha en Q-Pro, por medio de la prueba de Chi cuadrado realizada con el programa SAS versión 6.03. Los resultados de la medición con el densiómetro se compararon con los datos tomados con el fotómetro de célula fotoeléctrica, para observar si existían coincidencias.

Para facilitar la interpretación del efecto de las clasificaciones de luz para el desarrollo de *Cedrelinga*, con base al Cuadro 16, se diseñó una clasificación posterior al inventario, que se muestra en el cuadro 18.

Cuadro 18. Clases de iluminación para *Cedrelinga*, con base a la clasificación de clark y clark

CLASES	CLASIFICACION DE CLARK Y CLARK
BUENA	4, 5
PARCIAL	3
DEFICIENTE	1, 1.5, 2, 2.5

3.5 Formulación de una tecnología para el manejo silvicultural de la regeneración natural y artificial de *Cedrelinga*

Con base al análisis e interpretación de los datos de la EEAVH y a la información recuperada sobre experimentación con la especie *Cedrelinga*, se proponen técnicas de regeneración y manejo silvicultural para *Cedrelinga catenaeformis* Ducke, bajo las condiciones estudiadas en regeneración natural y artificial.

3.6 Desarrollo de un sistema de expertos para *Cedrelinga* en el Sistema Automatizado para la Evaluación de Tierras (ALES)

Con base en los conocimientos obtenidos en la investigación de *Cedrelinga* en la EEAVH, EEJH en Pucallpa e Iquitos Perú, se pretende con este trabajo generar un sistema de expertos que provea de información sobre la aptitud de las tierras para usos de manejo forestal. En este caso, se desarrolló un sistema básico y prototipo que integra y sistematiza información sobre la aptitud de la especie forestal *Cedrelinga* para diferentes condiciones de suelo y manejos (Figura 16).

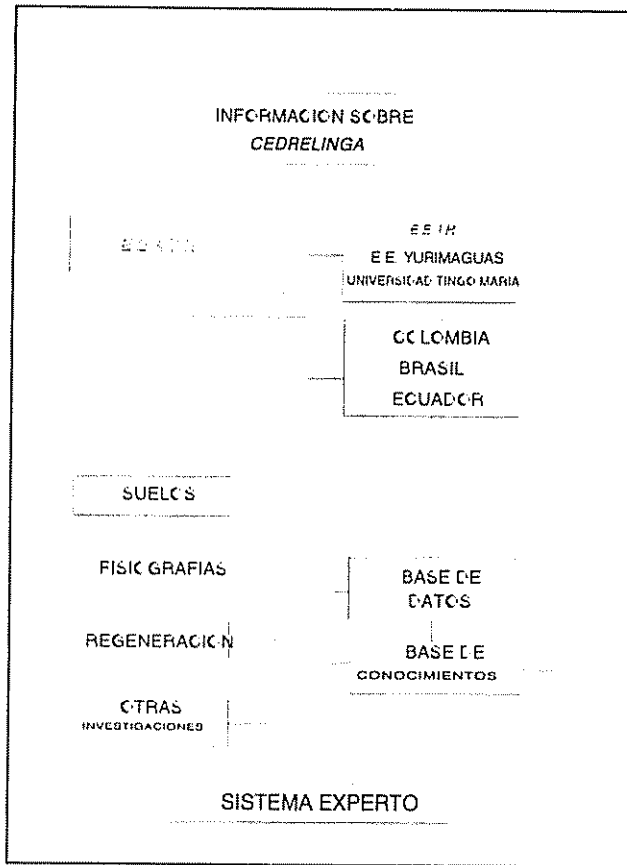


Figura 16 . Fases para llegar al sistema de expertos de Cedrelinga bajo las condiciones de estudio en la EEAHV

La finalidad es recomendar un uso adecuado de la tierra, para lograr máximos beneficios con la mínima degradación del entorno, mediante el manejo silvicultural técnicamente recomendado para la especie en estudio, considerando hasta el año 10.

El sistema experto sobre *Cedrelinga*, fue elaborado por medio del Sistema Automatizado par la Evaluación de Tierras (ALES), en base a aplicaciones empíricas y científicas, exitosas o no, de técnicas silviculturales. Así también mediante, el uso de estudios y experiencias de otras zonas. El sistema de expertos es clasificado como un modelo empírico y básico de la realidad, que describe la aptitud de *Cedrelinga* a las diferentes situaciones ambientales en las que puede intervenir.

La base de datos estuvo formada principalmente por los datos de crecimiento tomados en la EEAVH, sobre regeneración natural, fajas de enriquecimiento y a campo abierto. Los datos de la EEAVH se complementaron con otros publicados o tomados en plantaciones en la zona de Pucallpa.

La base de conocimientos estuvo formada por información publicada en el Perú sobre *Cedrelinga* en la EEAVH, y un análisis comparativo con resultados obtenidos en Pucallpa, en la Universidad de Tingo María (plantaciones), en el Centro de Investigaciones Jenaro Herrera (plantaciones); así como algunas referencias de Brasil, Colombia y Ecuador.

El análisis de la base de datos aportó información que formó parte de la base de conocimientos, la que a su vez fue sistematizada. En el Cuadro 16 se puede apreciar el diagrama de funcionamiento. Los resultados no podrán ser aplicados a regiones que difieran marcadamente de las condiciones naturales de dichas zonas.

3.6.1 Clases de la aptitud de la tierra (FAO)

El sistema experto trabaja bajo la siguiente clasificación (Cuadro 19):

Cuadro 19 Clases de aptitud de la tierra FAO (1985)

S1	APTO	Tierras que no tienen limitaciones señaladas para la aplicación sostenida de un uso determinado, o sólo con limitaciones de menor cuantía que no reducirán significativamente la producción o los beneficios, ni harán elevar los insumos por encima del nivel aceptable.
S2	MODERADAMENTE APTO	Tierras con limitaciones que en conjunto son moderadamente graves para la aplicación sostenida de un uso determinado. Las limitaciones pueden reducir la productividad o los beneficios y aumentar los insumos necesarios hasta el grado en que las ventajas globales obtenidas del uso adoptado, si bien todavía atractivas, serán apreciablemente inferiores a las esperadas de la clase S1.
S3	MARGINALMENTE APTA	Tierras con limitaciones que en conjunto son graves para la aplicación sostenida de un uso determinado y reducirán la productividad o los beneficios, o incrementarán los insumos necesarios en tal medida que estos desembolsos quedarán sólo marginalmente justificados.
N1	NO APTA ACTUALMENTE	Tierras con limitaciones que pueden ser vencidas con el tiempo, pero que no pueden corregirse con los conocimientos existentes a un costo actualmente aceptable. Las limitaciones son tan graves que impiden un uso sostenido y satisfactorio de la tierra de un modo determinado.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Crecimiento de *Cedrelinga catenaeformis* ducke en regeneración natural y artificial en la Estación Experimental Alexander von Humboldt (EEAVH), Amazonia peruana.

4.1.1 Efecto de la fisiografía, el suelo y el sistema de regeneración sobre el crecimiento en altura

4.1.1.1 Análisis a los 6 años de edad

Para efecto del análisis, se utilizaron parcelas subdivididas. El análisis se efectuó a los 6 años de edad, para observar si es que existen diferencias significativas en las interacciones y comparar con los resultados obtenidos en un análisis dentro de variables, realizado por Vidaurre (1992c). Asimismo a esta edad se puede observar mayor número de combinaciones, pues se cuentan menos combinaciones que llegan a tener 10 años, que es el tope de edad dentro de la base de datos; debido a las diferencias en el tiempo de plantación y el tipo de manejo.

El análisis con la covariable muestra que las interacciones entre las variables ancho de faja (ANCHFAJA), tipo de suelo (SUELO) y tipos de fisiografía (FISIOGRAF) tienen un efecto altamente significativo, indicando que hay diferencia entre las combinaciones de variables o por lo menos en una. La variable fisiografía (FISIOGRAF) y las interacciones no resultaron significativas (Cuadro 28 de los anexos).

Las variables ANCHFAJA, que corresponde a la intensidad de luz que recibe la planta para su desarrollo, así como SUELO donde se instala la regeneración, ejercen gran influencia en el crecimiento inicial.

La respuesta de la especie en la instalación exitosa y el desarrollo competitivo se debe básicamente a si fue ubicada en un SUELO que favorece su crecimiento, y si la variable ANCHFAJA (intensidad de luz) fue la adecuada.

Verificando el aumento de la precisión debido a la covariable, tenemos:

$S_x^2 \{1 + T_{xx} / (t-1) E_{xx}\} = 5.49785 = \text{CME efectivo después del ajuste.}$

$124139.4742 / 10729 = 11.5705 = \text{CME antes del ajuste}$

$58964.2612 / 10728 = 5.4963 = \text{CME después del ajuste}$

Entonces una estimación de la precisión relativa sería:

$(\text{CME antes} / \text{CME efectivo}) 100 = 210.45$

Lo anterior indica que 100 repeticiones con la covarianza son tan efectivas como 210 sin ella. En el momento de este análisis, la inclusión de la covariable EDAD disminuye el error en más del 100%.

El efecto de la variable SUELO es altamente significativa hasta los 6 años (Cuadro 28 de los anexos), mientras que a los 7, 8 y 9 años su efecto es significativo (Cuadros 29, 30, 31 de los anexos). En cambio, la interacción con ANCHFAJA y FISIOGRAF es altamente significativa.

El suelo es básicamente el factor primordial en el establecimiento de la regeneración natural de *Cedrelinga* entre los primeros 15 días y hasta el tercer mes, donde puede sobrevivir con la luz que ingresa a un bosque primario. A partir del segundo al tercer mes, el brinzal necesita una mayor cantidad de luz para desarrollar y hacerse competitivo en su medio.

Esto permite concluir preliminarmente que el SUELO, con relación a la supervivencia y desarrollo, cumple una función altamente significativa hasta los 6 años, decreciendo hasta los 9 años (Cuadros 28, 29, 30 y 31 de los Anexos).

4.1.1.2 Análisis a los 10 años de edad

El análisis sin ajuste (Cuadro 32 de los Anexos) muestra que la variable ANCHFAJA es altamente significativa, indicando que a esta edad hay diferencia entre los diferentes ANCHFAJA o en al menos uno. En cambio, las variables SUELO y FISIOGR no son significativas.

Lo anterior indicaría que una vez establecida la regeneración, el efecto del suelo disminuye en significancia al correr de los años, debido a que otros factores se hacen más necesarios para que *Cedrelinga* siga desarrollando. En este caso, la especie necesita de más luz para seguir compitiendo y alcanzar el nivel en la estructura del bosque, donde no se encuentre amenazada por la competencia de especies de crecimiento más rápido y agresivo.

Las interacciones entre las variables ANCHFAJA y SUELO son altamente significativas, en tanto que ANCHFAJA versus FISIOGR y SUELO separadamente de FISIOGR son sólo significativas.

La fisiografía de por sí no parece ejercer influencia en el desarrollo de *Cedrelinga*; sin embargo, la combinación con otras variables (como en realidad se da en la naturaleza), sí ejerce gran influencia sobre la instalación de la regeneración y su posterior crecimiento, pues esta especie necesita de condiciones especiales de drenaje y textura que están dados, entre otros, por la fisiografía y el tipo de suelo.

El análisis utilizando como covariable la EDAD muestra que ANCHFAJA es altamente significativa y que FISIOGR y SUELO no son significativos. En las interacciones solamente ANCHFAJA versus FISIOGR no es significativo (Cuadro 33 de los anexos).

Verificando el aumento de la precisión debido a la covariable, utilizando el cuadrado medio del error (CME) luego del ajuste y el CME antes del ajuste, tenemos:

$S^2\{1+T_{xx}/(t-1)E_{xx}\}=8.73017835 = \text{CME efectivo después del ajuste.}$

$9274.83831/1041=8.90955 = \text{CME antes del ajuste}$

$9065.47555/1040=8.71680 = \text{CME después del ajuste}$

Entonces, una estimación de la precisión relativa sería
 $(\text{CME antes/CME efectivo})100=102$

Esto indica que 100 repeticiones con la covarianza son tan efectivas como 102 sin ella, mostrando que un análisis con la covariable en este momento del desarrollo no es necesario, pues no disminuye el error significativamente.

4.1.2 Determinación de las mejores combinaciones

4.1.2.1 Análisis a los 10 años de edad

El análisis de crecimiento promedio a los 10 años incluyó 48 combinaciones, el detalle completo de las cuales se presenta en el Cuadro 34 de los anexos (interpretación en el Cuadro 15). De estas, se seleccionaron las combinaciones con mayor altura y a la vez una mayor frecuencia de árboles evaluados. Las 23 mejores combinaciones se muestran en el cuadro 20 (Figuras 17 y 18).

Cuadro 20 Crecimiento promedio en altura y diametro, area basal y volúmenes de *Cedrelinga*

	A	A							D			
	N	N	D		F				I			V
	C	C	I		I		A		A		A	O
	H	H	S	S	S	T	F	L	M		B	L
	F	E	T	U	I	Y	R	T	E		A	U
O	A	N	A	E	O	P	E	U	T		S	M
B	J	T	N	L	G	E	Q	R	R		A	E
S	A	R	C	O	R			A	O		L	N
1	1	1	1	1	1	0	56	10.0762	9.5491	0.007162	0.04811	
2	1	1	1	1	2	0	122	10.7002	10.4356	0.008553	0.06101	
3	1	1	1	1	3	0	10	8.3662	8.1125	0.005169	0.02883	
4	1	1	1	2	2	0	118	14.0972	14.9349	0.017518	0.16464	
5	1	1	1	2	3	0	10	12.2300	10.3500	0.008413	0.06860	
6	1	1	1	4	2	0	102	12.6785	12.1218	0.011540	0.09754	
7	1	1	1	4	3	0	14	10.9350	8.7357	0.005994	0.04369	
8	1	2	1	1	2	0	15	12.0769	8.9231	0.006253	0.05035	
9	1	2	1	1	3	0	20	10.8832	8.8263	0.006119	0.04439	
10	1	2	1	2	1	0	9	18.7778	16.9889	0.022668	0.28377	
11	1	2	1	2	2	0	9	14.5625	12.5250	0.012321	0.11962	
12	1	2	1	2	3	0	5	17.1250	17.2750	0.023438	0.26759	
13	1	2	1	4	2	0	19	16.5947	13.6947	0.014730	0.16296	
14	1	2	1	4	3	0	10	17.0889	13.4889	0.014290	0.16280	
15	1	3	1	2	2	0	4	13.1750	10.9750	0.009460	0.08309	
16	1	3	1	2	3	0	4	18.1250	15.7500	0.019483	0.23542	
17	3	3	1	1	1	0	47	10.5549	9.0581	0.006444	0.04535	
18	3	3	1	1	2	0	45	12.1340	11.7356	0.010817	0.08750	
19	3	3	1	4	2	0	34	16.9632	20.6735	0.033568	0.37961	
20	3	3	1	4	3	0	4	15.9250	22.3000	0.039057	0.41466	
21	4	.	.	4	3	0	160	10.0905	7.8635	0.004856	0.03267	
22	6	.	.	4	3	0	8	12.0833	10.1833	0.008145	0.06561	
23	7	.	1	3	2	0	21	5.9667	4.3750	0.001503	0.00598	

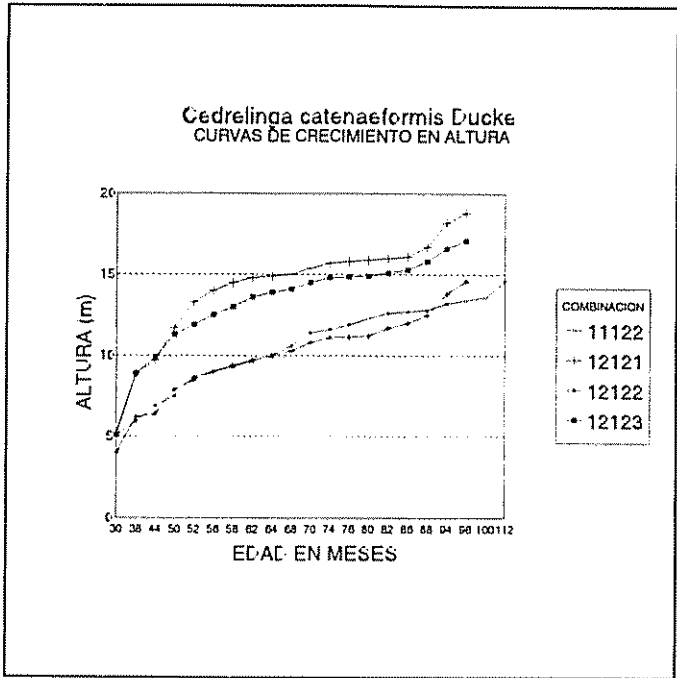


Figura 17 Curvas de crecimiento sin ajuste hasta los 10 años de edad en la EEAHV (Cuadro 34 los anexos).

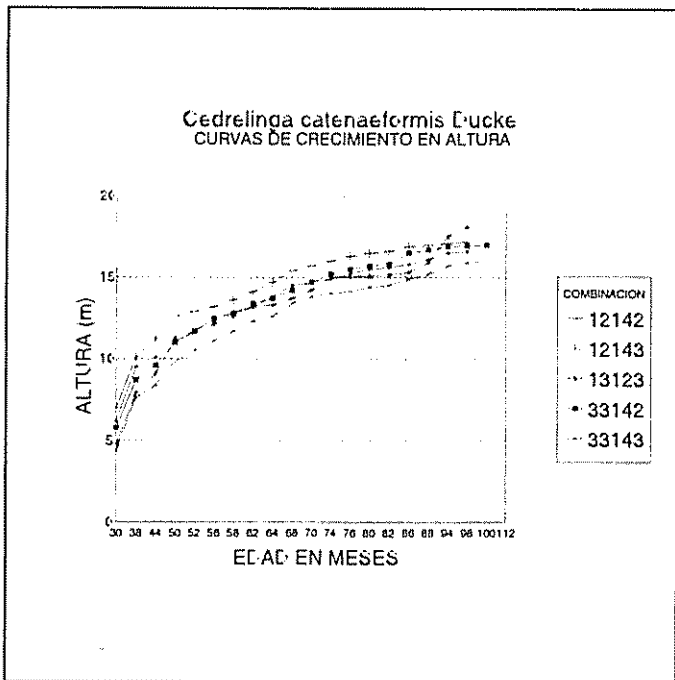


Figura 18. Curvas de crecimiento sin ajuste hasta los 10 años de edad en la EEAHV (Cuadro 34 de los anexos).

Las curvas de crecimiento en las figuras 17 y 18 muestran en los dos casos que el mejor desarrollo se dan en SUELO del tipo Chromic cambisol y Plinthic acrisol, en ANCHFAJA (sistema de regeneración) de fajas de 5 m y 30 m de ancho.

4.1.2.2 Análisis sin el uso de la covariable EDAD hasta los 10 años de edad

Sin tomar en cuenta la edad actual de los sistemas de regeneración, se hizo un análisis del crecimiento por combinaciones hasta los 10 años de edad. Los resultados se muestran en el Cuadro 20, incluyendo el área basal y el volumen.

Se observan combinaciones que tienen crecimientos entre 15 y 19 m de altura con diámetros hasta de 17 cm los a los años. Los mayores crecimientos se dan sobre las mejores combinaciones de SUELO (Chromic cambisol=2 y Plinthic acrisol=4) y FISIOGR (ondulado=2 y colina=3).

4.1.3 Comparación de crecimiento entre sistemas de regeneración, suelos y fisiografía

El análisis utilizando la prueba de Duncan a los 10 años para la variable ANCHFAJA, muestra que la mejor respuesta se da en campo abierto, y en segundo lugar en fajas de enriquecimiento de 30 y 5m de ancho (Cuadro 35, 37 de los Anexos).

La prueba de Duncan para la variable SUELO indica que las mejores respuestas se dan en Chromic cambisol, siguiéndole el Plinthic acrisol (Cuadro 36 de los Anexos).

La fisiografía ondulada es la de mejor respuesta, seguida de colinas (Cuadro 38 de los Anexos).

4.1.4 Comparación del crecimiento según el sistema de manejo de la regeneración natural

En el Cuadro 20 se pueden apreciar los efectos del manejo realizados en el área 111, correspondiente a tres intensidades de apertura del dosel.

El manejo de la regeneración natural de *Cedrelinga* en el área 101 no es significativo con relación al manejo de regeneración artificial en el año 5.

El área 111A corresponde a 10 ha donde el manejo se realizó tomando como base la experiencia obtenida en el área 101 (2.1 ha). Se puede observar que a los 5 años ya existe una mejor respuesta de la regeneración al manejo, manifestada por un crecimiento más rápido (Cuadro 21).

A los 5 años *Cedrelinga* tenía 6.85 m en el área 101, y 8.70 m en el área 111A, mientras que a los 8 años era de 12 m de altura en el área 111, y de 11 m en el área 101.

Cuadro 21 Resultados de manejo hasta los 5 años, en el área 111A de la EEAVH.

AREA	SUPERVIVENCIA (%)	ALTURA (m)	DIAMETRO (cm)
111A	87	8.70	5.9
111B	67	7.25	4.6
111C	5	3.50	2.4

Nota: 111A, 111B y 111C, son códigos que nombran una área de manejo en la EEAVH. Los números codificados desde el 100 hasta menos de 200 corresponden a áreas de manejo de regeneración natural.

4.2 Evaluación de la regeneración natural de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke en la Estación Experimental Alexander von Humboldt (Areas 101 y 111)

4.2.1 Evaluación en el area "101"

4.2.1.1 Fustales, latizales y brinzales (Cuadro 21)

Con base a los resultados del muestreo sobre el estado de la regeneración manejada en esta área, se diseñó el siguiente cuadro:

Cuadro 22 Inventario de la regeneración en el área 101

Arbol	Fustal					Latizal				Brinzal		
	Fuste (%)		Copa (%)		Iluminación de Copa (%)			LB1	LB2 (%)		LA1	LA2
	2	3	1	2	B	P	D					
1	---	---	--	--	--	-	-	-	-			
7	79	74	33	43	--	2	1	-	-			
8	---	---	--	--	--	-	-	-	-			
10	83	83	--	--	70	2	2	-	-			

B=buena P=parcial D=deficiente

Los árboles 1 y 8 no presentan renuevos ni regeneración establecida.

Los árboles 7 y 10 presentaron Latizales bajos LB1 y LB2, el 76 % de la regeneración del árbol 7 esta bien ubicada en cuanto a posición para recibir luz; en el árbol 10 en cambio, el 70% se encuentran con iluminación deficiente.

4.2.1.2 Asociación de factores forma de fuste, forma de copa e iluminación de copa

Debido a la escasa cantidad de fustales del árbol 1, la prueba de X^2 no es exacta, de allí que el análisis solo corresponde a los árboles 7 y 10.

La probabilidad de que haya asociación entre calidad de fuste y forma de copa es del 99%; para forma de fuste e iluminación de copa es del 95% y para forma de copa e iluminación de copa es del 99%.

4.2.2 Evaluación del Area 111

4.2.2.1 Fustales, latizales y brinzales (Cuadro 23, 24)

Con base al muestreo para determinar el estado de la regeneración ante los manejos de apertura de dosel se realizó el siguiente Cuadro:

Cuadro 23 Inventario de la regeneración en el área 111

Arbol	Fustal						Latizal				Brinzal
	Fuste (%)		Copa (%)		Iluminación de Copa (%)		LB1	LB2 (%)	LA1	LA2	
	1	2	4	5	B	P	D				
A	70	100	9	63	28	16		14			
B	100	74	25	65	10	79		3		10	
C	---	---	--	--	--	13				10	

El manejo en el Area 111A, favoreció la exposición de las copas, lo que se tradujo, en una mayor cantidad de fustales presentes; aunque los resultados de forma de fuste, copa e iluminación son similares a los del área 111B (Figuras 19 y 20).

El Area 111a presenta 97 fustales por ha y el área 111b sólo 6 por ha. Para poder llegar a fustales en el área 111b, las plantas necesitaron condiciones favorables dado que las condiciones de luz no eran las óptimas en este tratamiento.

Cuadro 24 Regeneración natural de brinzales latizales y fustales en el area 111 en un area de 2827.44 m² alrededor de cada arbol padre y su proyección a la hectárea, en la EEAVH.

TRATMTO	ARBOL	B	LB	LA	F
A	A28	24	353	707	24
	A32	0	24	0	22
	A38	0	1296	825	51
	A40	0	24	24	13
	1/ha	21	1500	1376	97
B	B8	0	24	0	0
	B23	825	5419	236	0
	B24A	353	2356	24	7
	B34	0	1414	0	0
	1/ha	1042	8146	230	6
C	C6	0	0	0	0
	C7	825	353	0	0
	C9	236	1178	0	0
	C13	24	0	0	0
	1/ha	959	1354	0	0

B 30 cm hasta 1.5 m de altura
 LB 1.5 m de altura a 4.9 cm dap
 LA 5.0 cm dap a 9.9 cm dap
 F > 10 cm dap
 TRATMTO = Tratamiento

El manejo del área 111A esta asegurando 97 fustales en una hectárea. Si consideramos que este manejo se realiza en 10 ha, podremos suponer que tenemos 970 fustales, sin tomar en cuenta que 1376 latizales altos ha^{-1} puedan desarrollarse rápidamente hasta incrementar la lista de fustales.

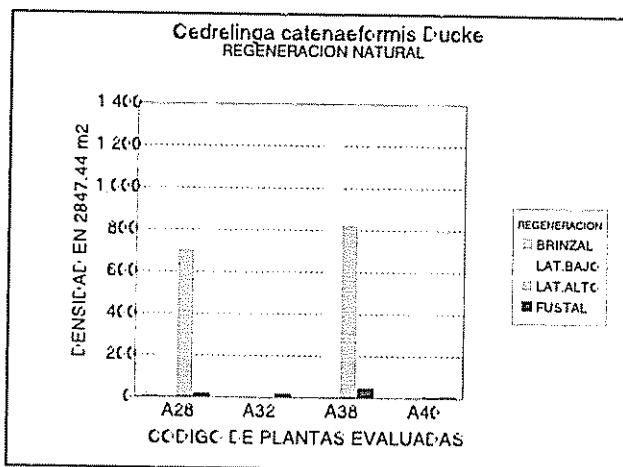


Figura 19 Densidad de la regeneración natural en el área 111a, alrededor de arboles padre en la EEAVH

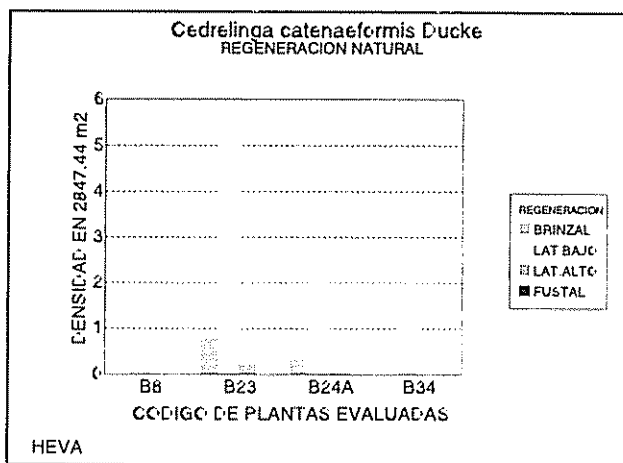


Figura 20 Densidad de la regeneración natural en el área 111b, alrededor de arboles padre, en la EEA VH

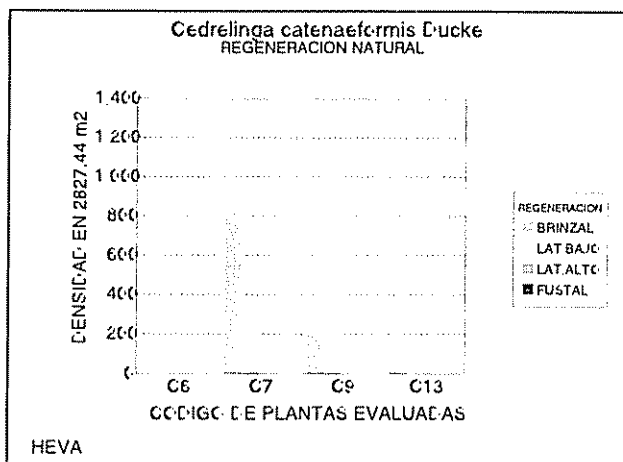


Figura 21 Densidad de la regeneración natural en el área 111c, alrededor de arboles padre, en la EEA VH

4.2.2.2 Asociación de factores forma de fuste, forma de copa e iluminación de copa.

El área de estudio correspondió básicamente al estrato de evaluación A. En este se observa que existe un 44% de probabilidad de asociación entre la calidad de fuste y la forma de copa, 72% de probabilidad de asociación entre calidad de fuste e iluminación de copa y 76% entre copa e iluminación de copa.

Los resultados coinciden con los encontrados por Siteo (1992), que manifiesta que la forma y exposición de la copa son los factores que más afectan el crecimiento. En este caso, la calidad de fuste para el análisis está en función de la forma y del diámetro.

4.3 Técnicas de manejo de la regeneración natural de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke en la Amazonia peruana

De acuerdo al objetivo de desarrollo de una tecnología de regeneración para *Cedrelinga*, se colectó toda la información disponible en la EEAVH, sobre las operaciones de manejo experimental en regeneración artificial y natural, incluido rendimientos, y con toda esta información, además de la obtenida de Colombia sobre conservación, se diseñó las técnicas de manejo (Figura 21).

Establecimiento de parcelas de manejo:

Cuando las semillas están aún verdes se procede a demarcar un área alrededor del árbol padre en un radio de 1.5 veces la altura del árbol, lo cual hace necesario el conocimiento de la época de fructificación y diseminación de las semillas. Para esta actividad se requiere un jornal/ha.

Preparacion de sitio:

Esta actividad comprende la eliminación de la vegetación menor del sotobosque, incluyendo árboles pequeños, dejando solamente plántulas de especies útiles. Se requieren nueve jornales/ha.

Establecimiento de la regeneración:

Los estudios muestran que el 80% de las semillas diseminadas caen en el radio de la copa; por ello, si se tienen pocos árboles padre, se podrán diseminar manualmente (al voleo) las semillas en áreas más grandes, dependiendo también de la cantidad de semillas producida. En este caso también habrá que tomar en cuenta si las condiciones del sitio son las adecuadas.

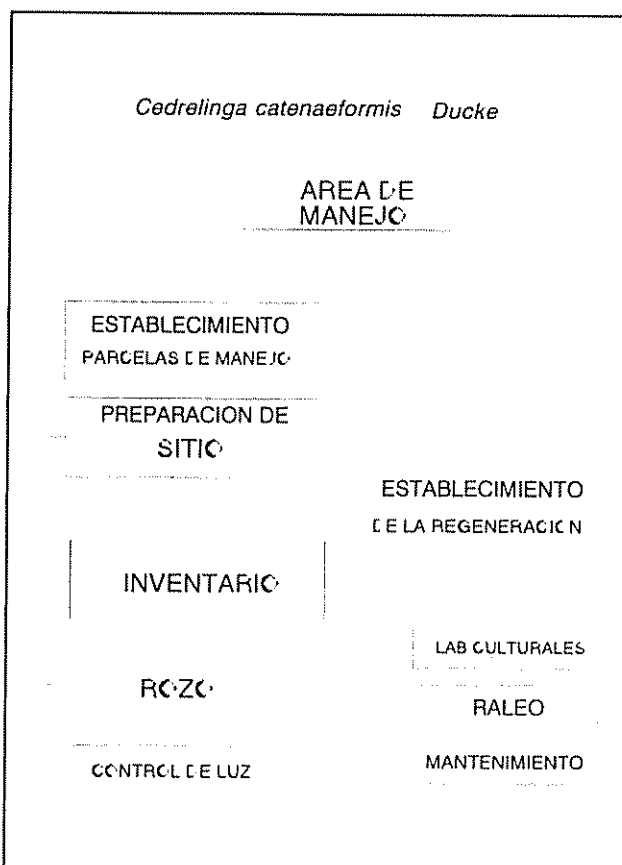


Figura 22 Técnicas de manejo de regeneración natural en la EEAVH

Inventario

Una vez establecida la regeneración, es necesario conocer las especies que se encuentran dentro del área de manejo. Para ello, será conveniente realizar un inventario que, dependiendo de la extensión del área y de los recursos, podrá ser del 100%.

Con los resultados del inventario se podrá seleccionar la regeneración natural valiosa que deberá permanecer en el área de manejo, es decir, que no deberá ser eliminada al momento de las intervenciones de manejo, salvo alguna consideración técnica (como la obstaculización directa sobre el desarrollo de los brinzales).

Rozo:

Consiste en la liberación de malezas que obstaculizan y limitan el desarrollo de los brinzales. El rozo se hace generalmente con el uso de machete, liberando hasta unos 10 cm del suelo. Esta actividad se realiza en toda el área y requiere 7 hombres /ha.

Control de luz:

Cuando los brinzales tienen entre 15 y 30 cm de altura se procede a incrementar la entrada de luz, que para *Cedrelinga*, la necesidad óptima estaría alrededor del 50% de intensidad relativa. El aumento de la entrada de luz se realiza primero mediante la tala de los árboles del dosel medio y luego del dosel superior, hasta conseguir la intensidad requerida. Se puede medir la luz con un densiómetro.

Cedrelinga desarrolla en la EEAVH en un bosque donde las

especies del dosel llegan a tener unos 40 m de altura, y donde además el dosel medio se encuentra a menos de 20 m de altura (Maruyama, 1987a). La tala debería realizarse con motosierra para diámetros mayores a 10 cm.

La corta debe efectuarse en una sola operación, para que el tratamiento tenga el mismo efecto en toda el área, cuidando que la caída de árboles adyacentes dañe a los semilleros. Muchas veces la mayor cantidad de sombra es producida por árboles del dosel medio (y no del superior).

Como referencia en un bosque primario intervenido el porcentaje de luz requerido se consiguió con una tala del 80% de los árboles del dosel medio, sin casi tocar los árboles del dosel superior.

Aquellos árboles del dosel superior que fuesen candidatos a ser talados, pero cuya orientación de caída represente algún peligro a los árboles padre seleccionados, deberán ser envenenados.

El requerimiento es de 5 jornales/ha.

Labores culturales:

Raleo: Debido a la competencia intraespecífica se produce un autoraleo entre los brinzales establecidos. Hasta aquí no debe haber interferencia con ningún manejo, pues en ésta etapa las plantas establecen una jerarquía propia de plantas dominadas y dominantes adquirida a través de la apropiación de los mejores micrositios.

En un siguiente paso, cuando la regeneración esta a nivel de

latizales (mayores de un metro) y solamente en poblaciones muy densas, la diferencia entre ellos será marcada. Para acelerar el proceso de selección se puede intervenir raleandolos a unos 30-60cm de distancia entre ellos, escogiendo para el raleo los más débiles y pequeños.

Hasta este nivel la regeneración podrá desarrollarse sola. Aproximadamente a los 3 años es que habrá que realizar un nuevo raleo, dejando los latizales a una distancia de 2m entre ellos. Los raleos a partir de este momento se realizan cuando las copas empiezan a cerrarse. Para la eliminación se prefieren aquellos individuos de fustes deformados, muy ramificados o suprimidos. Se debe tener mucho cuidado al ralear, para no dañar árboles sanos y que quedarán, pues es probable que se infecten con el hongo *Fusarium*.

El raleo final se realizará entre los 5 y 6, años dejándose los arbolitos a un distanciamiento final de 5 m entre ellos.

El requerimiento es de 16 jornales/ha.

Corta de mejora: Esta actividad se puede realizar con los raleos o antes, de manera que se eliminen los arbolitos que crecen muy densamente o los deformados.

Mantenimientos: Se deberá realizar de 3-4 mantenimientos el primero y segundo año, pues las malezas y sogas competirán fuertemente con los brinzales por el espacio y los recursos. El tercer y cuarto año se realizarán de 2-3 mantenimientos; del quinto al octavo año se realizarán de 1-2, dependiendo de las condiciones (agresividad de competidoras).

El mantenimiento consistirá principalmente en la corta de malezas y trepadoras con la utilización de machete. El trabajo es especializado y deberá realizarse con mucho cuidado, para

no dañar la regeneración. Esta actividad puede ser sólo un "plateo (alrededor de la planta), o un rozo de toda el área. Esto se realiza de acuerdo a la agresividad de las competidoras o a la cantidad de recursos con que se disponga. Se libera hasta unos 10 cm del suelo. El requerimiento es de 7-10 hombres/ha.

4.4 Técnicas de manejo para la regeneración artificial de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke en la Amazonia peruana

4.4.1 Producción de semillas

Para la producción constante y certificada de semillas, es de suma importancia tener árboles semilleros que en lo posible, presenten características de un árbol élite. Deben tener un seguimiento fenológico adecuado, de manera que se puedan preveer las épocas de cosecha de las semillas, que puede variar de acuerdo a las zonas (Figura 23).

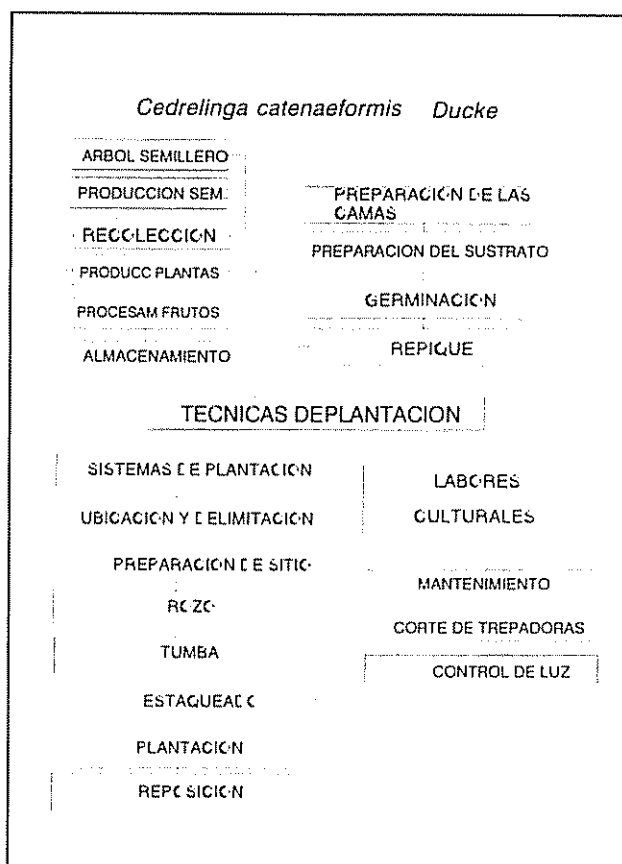


Figura 23 Técnica de manejo de regeneración artificial en la EEAVH

4.4.2 Método de recolección

El método más adecuado para la recolección de frutos y/o semillas es el de escalamiento al árbol con subidor de púas.

Es preferible no recolectar del suelo, por los riesgos de contaminación. Las trampas tampoco son un buen método, pues por las características del fruto, estos detienen su descenso en las copas y ramas de los árboles del dosel inferior.

4.4.3 Producción de plántones

Corresponde a la descripción de la metodología a seguir y las recomendaciones generales para la producción de plántones de calidad.

Procesamiento de frutos y semillas:

Los frutos se deben cosechar preferiblemente en estado semimaduro y ser colectados del árbol cuando su superficie exterior se torne marrón grisáceo.

Si el sitio de cosecha es alejado, los frutos se deben presecar inmediatamente a la sombra, ya que su humedad es alta (20 a 67% de contenido de humedad (CH)), lo que favorece la aparición de hongos. Para su transporte, los frutos se empacan en bolsas de tela (Triviño et al 1990).

El secado debe ser bajo techo, hasta alcanzar su madurez fisiológica. Previamente, los frutos o artejos deberán ser cortados en forma transversal al eje longitudinal de la legumbre, a 2 cm aproximadamente del extremo de la semilla, para obtener segmentos con una sola de ellas.

Asimismo, se cortarán por los lados para evitar malformaciones

que se presentan cuando el cotiledón de raíz epígea trate de germinar (produciendo plántulas enroscadas y deformes).

No es recomendable descascarar la semilla, porque la infección por hongos es muy rápida, produciendo su pudrición.

Almacenamiento:

Según Triviño *et al* (1990), el secado se debe acelerar a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, para llevar la semilla a un CH entre 9% y 11%; luego se debe empacar en tarros plásticos blancos con arena esterilizada y bolsa de polietileno negra calibre 0.06 o de aluminio. Cuando se presume la existencia de hongos, se deberá aplicar Vitavax y almacenar a 5 o 20°C . Con este sistema, es posible almacenar la semilla hasta 270 días, con un porcentaje de germinación final de 87.5%.

Preparación de las camas:

Se debe buscar un área de pendiente suave que permita un mejor drenaje. Debe levantarse el terreno aproximadamente a 10 cm sobre la superficie y preparar camas de 30 cm de alto (para evitar anegamientos durante la época de lluvia), 1m de ancho y de 7 a 10 m de largo. La mejor exposición de las camas es de este a oeste.

Las camas de almácigo utilizadas presentan tinglados con una inclinación aproximada de 22° . Esta se retira quince días después de la germinación (se aplica sólo para esta especie, porque las hojas tienden a marchitarse rápidamente con el sol).

Antes de colocar el sustrato, la cama (de 30 cm de alto) debe poseer una capa de ripio o grava y una de arena.

Preparación del sustrato:

El sustrato utilizado para el almácigo consta de tierra y arena en proporción 1:1, añadiéndose a la mezcla un fungicida y un desinfectante.

Para las camas de repique y las bolsas, se recomienda usar proporciones de 4:2:1 ó 2:1:1 de tierra, arena y materia orgánica (estiercol de ave o tierra vegetal), respectivamente. Se debe agregar 30 gr de NPK en cada mezcla. Para la desinfección se puede aplicar 10 gr de Tecto 60 (o un producto similar).

Germinación:

Las semillas no requieren tratamientos pregerminativos. Se almacenan semillas puras y buenas, sembrándolas en la cama de almácigo, cubriéndolas con una ligera capa de arena, y dándoles un riego ligero. El distanciamiento entre semillas es de 2 cm. Debe ser recomendable aplicar fungicidas para evitar problemas de hongos (si es que no se ha hecho antes).

El tiempo requerido para la germinación de las semillas es de 7 días, el tiempo que demora en germinar es de 15 días. La energía germinativa se relaciona con el poder de germinación en el tiempo, y se considera como buena si $\frac{2}{3}$ del total de semillas germinan en $\frac{1}{3}$ del periodo de germinación.

Repique:

Las investigaciones determinaron que el momento oportuno de repique es cuando la plántula tiene 2 hojas verdaderas, ocurriendo esto al quinto mes de la siembra.

La densidad de repique es de 5 x 5 cm.

4.4.4 Técnicas de plantación de *Cedrelinga*

Consiste en una serie de operaciones que deben realizarse para la instalación y posterior desarrollo exitoso de *Cedrelinga*. Los plántones están en condiciones de salir al campo a los 8 meses con un tamaño de 30 cm como mínimo para plantaciones en fajas de enriquecimiento; y a los 10-12 meses con un tamaño entre 50 y 80 cm para plantaciones a campo abierto.

Sistemas de plantación:

Los sistemas experimentados y exitosos para el manejo de *Cedrelinga* son fajas de enriquecimiento de 5m con entrefajas de 15-20m, fajas de enriquecimiento de 30m con entrefajas de 30m y plantaciones a campo abierto. Respecto a la conservación del medio ambiente, con las fajas de 10 m de ancho se recomiendan también entrefajas de 20 m, pero teniendo especial cuidado con los árboles plantados en el borde. En plantaciones de enriquecimiento, las entrefajas se convierten en fajas de conservación selectiva y contribuyen a la conservación de las especies en ellas, propiciando la regeneración natural y controlando plagas y enfermedades.

Ubicación y delimitación:

El lugar para la reforestación debe poseer características adecuadas para la regeneración exitosa de *Cedrelinga*, como son fisiografías onduladas o colinas y suelos Chromic cambisol o Plinthic Acrisol (suelos rojos o amarillos de textura media). La orientación de las fajas debe ser de este a oeste, con la finalidad de obtener el máximo de horas de luz. La delimitación se puede realizar con brújula y con cinta métrica de 20m, requiriéndose 3 jornales para 1500 m lineales.

Preparación de sitio:

Consiste en la remoción de árboles y arbustos no comerciales, con el fin de facilitar la plantación y evitar la competencia con especies indeseables. La regeneración natural valiosa de árboles forestales se deja en las fajas de enriquecimiento, para posibilitar su manejo en forma paralela.

Rozo: Esta fase del trabajo de preparación consiste en la eliminación del sotobosque, cortándose sogas, bejucos, lianas, árboles pequeños, etc. La herramienta a utilizarse es el machete.

Tumba: Consiste en tumbar árboles pequeños y grandes que existen en el área destinada a la plantación. La operación en sí tiene que ser realizada con mucho cuidado, utilizando las técnicas de tumba dirigida, cortando con motosierra. Para evitar posibles accidentes, los trabajadores deben estar en fajas alternas o a 100 m de distancia unos de otros.

Una vez tumbados los árboles, se realiza el "picacheo", que consiste en cortar los fustes y ramas en pequeños trozos, para acelerar su descomposición. Esta actividad se efectúa unos tres meses antes de la plantación y en la época seca (entre los meses de junio a octubre en la Amazonia peruana).

Estaqueado: Las estacas se colocan para señalar el lugar de plantación; asimismo, es un signo de referencia para ubicar el plantón en los primeros mantenimientos, cuando las plantas competidoras crecen rápidamente, evitando su reconocimiento.

Se utilizan estacas de 2 a 3 cm de diámetro con una longitud de 1.5 m. El estaqueo bien hecho, con distanciamientos iguales y constantes, dará iguales condiciones para el

crecimiento de los plantones y mayor facilidad para realizar las labores culturales. Con un jornal se pueden preparar de 100 a 150 estacas.

Plantación: La plantación propiamente dicha consiste en la siembra del plantón en el campo definitivo. Se recomienda utilizar plantones en bolsa, pues estos son más resistentes al estrés y se adaptan fácilmente a las nuevas condiciones.

La plantación debe empezar al inicio de la estación de lluvias, cuando el suelo se encuentre bien húmedo, y finalizar a principios de abril, antes de iniciar la estación seca. Los plantones se plantan a densidades entre 66 y 111 ha⁻¹ en fajas de enriquecimiento y entre 400 (5x 5 m) y 1100 (3x 3 m) a campo abierto.

Si se llevan plantones a raíz desnuda al campo definitivo, estas se deben proteger con costales de yute.

Los plantones deben ser regados antes de su traslado y se debe evitar la insolación. Al ser cargados y descargados, estos deben mantenerse a la sombra para evitar su deshidratación. No se debe llevar al campo para plantación más de lo que se puede hacer en un día. El estándar es de 50-60 en bolsa por jornal o de 100 a 150 a raíz desnuda.

Reposición: Un mes después de la plantación se debe ejecutar una evaluación de supervivencia. Si la mortandad es hasta un 20%, se procede a la reposición con los plantones en bolsa de tamaño más grande, con la finalidad de compensar la pérdida de crecimiento. El rendimiento es de 20-40 plantones en bolsa por jornal.

Labores culturales:

En estas actividades tiene mucho que ver la experiencia e intuición del silvicultor o encargado de las operaciones, pues dependiendo del desarrollo de los arbolitos o de la agresividad de las malezas, las operaciones de mantenimiento podrán disminuirse o incrementarse.

Mantenimiento: Esta actividad consiste en eliminar las malezas y árboles de diámetros menores que compiten con los plantones. El primer año se realizan de 1-2 mantenimientos después de la plantación; en el segundo y tercer año de 2-4 mantenimientos y el cuarto y quinto año se realizan de 1-2 mantenimientos, hasta que los arbolitos hayan sobrepasado los 5 m. En los años 6, 7 y 8 se realiza un mantenimiento anual. El rendimiento promedio de una operación de mantenimiento es de 1000 m² por jornal.

Corte de trepadoras: Debe realizarse durante el mantenimiento y cuando estas presenten un problema para la sobrevivencia de las plantas de *Cedrelinga*.

Control de luz: Esta operación consiste en eliminar la competencia lateral que ofrecen las entrefajas en plantaciones de enriquecimiento.

Las ramas de los árboles de las entrefajas crecen y producen sombra sobre los arbolitos plantados, resultando deformaciones. Como referencia, en las experiencias en la EEAVH la intensidad de luz debe mantenerse en los porcentajes establecidos para fajas de enriquecimiento, como sigue (Cuadro 25):

Cuadro 25 Intensidad relativa de luz en fajas de enriquecimiento en la EEAVH

Fajas de enriquecimiento	Intensidad relativa de luz
5 m de ancho.....	31%
10 m de ancho.....	46%
30 m de ancho.....	68%

A los 10 años se tiene un rendimiento promedio máximo de 112 m³ ha⁻¹ en la EEAVH.

Plantaciones en el Centro de Investigaciones Jenaro Herrera a los 18 años muestran que en algunos casos los diámetros superan los 50 cm. La evaluación realizada en el marco de esta tesis en plantaciones de la Universidad de Tingo María mostraron árboles de más de 1 m de dap a los 44 años.

4.5 Desarrollo de un sistema de expertos de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke en el Sistema Automatizado de Evaluación de Tierras (ALES)

4.5.1 Características del uso forestal de la tierra (CAT)

La característica principal de la actividad forestal radica en los resultados, que se obtienen a largo plazo. La función principal será la de producción comercial de madera rolliza y la de protección de áreas desboscadas. El manejo se prevé realizar sobre bosques secundarios o primarios intervenidos .

4.5.2 Alcances del modelo

Las experiencias desarrolladas sobre esta especie son de alcance nacional, pues abarcan la mayor parte de sus rangos de distribución en el Perú. Las decisiones sobre el uso podrán referirse a la implementación de la asignación de terrenos forestales para producción y recuperación de áreas intervenidas, o de manejo de regeneración natural en áreas aparentes (que posean árboles semilleros productivos).

4.5.3 Tipo de utilización de la tierra (TUT)

Las áreas determinadas en los estudios corresponden a zonas de aptitud forestal para fines de manejo comercial o para la conservación. En el primer caso se dirigirá hacia el suministro de madera comercial al mercado nacional o de exportación. En el segundo caso, el fin primario es la conservación del medio o la restauración de las áreas degradadas; sin embargo, esta zona de manejo puede subdividirse para manejarse con fines comerciales en los casos que lo ameriten, e incluir otros propósitos, como conservación del suelo y de la vida silvestre.

Los usuarios potenciales serán las empresas con concesiones forestales y/o las comunidades rurales interesadas por los productos y beneficios del manejo forestal.

El fin básico será la producción de madera; rolliza puesta al borde de carretera y/o madera aserrada en los centros de transformación. Estas son las opciones que pueden rendir satisfacciones económicas al productor.

4.5.3.1 Descripción del tipo de utilización de la tierra

Corresponde a la utilización de áreas de aptitud forestal en condiciones de bosques secundarios y primarios intervenidos, donde se plantean algunos tipos de manejo dependiendo de las condiciones encontradas. El primero consiste en fajas de enriquecimiento de 5, 10 y 30 m de ancho y el segundo, al manejo de la regeneración natural.

Con el manejo se espera producir madera en rollo al año 10, con una producción bruta aproximada de 24640 pies tablares ha⁻¹ plantadas a 5 x 5 m o manejadas en regeneración natural a un espaciamiento final de 5x5 m (INIAA-JICA, 1992).

El trabajo está diseñado para poder ser realizado por colonos usuarios de áreas adyacentes a las carreteras, que son las zonas de mayor intervención, y cuyas particularidades geográficas coinciden con las unidades cartográficas en estudio.

Los mercados son los aserraderos de las localidades cercanas o el mismo borde de carretera, donde existen compradores potenciales.

4.5.3.2 Insumos y productos

Los insumos son los costos que se incurrirán por las diversas actividades que conforman el manejo en general (Cuadro 26). Los insumos se desplegarán a lo largo de los 10 años, hasta los cuales se programa el sistema de expertos, que no es el periodo final en el cual se realizará la cosecha.

Los productos son: madera rolliza y madera aserrada.

Cuadro 26: Insumos utilizados en el sistema de expertos para el manejo de Cedrelinga en regeneración natural y/o artificial

 Mano de obra para la preparación de sitio
 -Mano de obra para la plantación
 -Mano de obra para la reposición
 -Mano de obra dirección técnica
 -Mano de obra motosierrista
 -Mano de obra para el raleo
 -Costos administrativos
 -Motosierra (alquiler)
 -Cargador frontal (alquiler)
 -Tractor forestal (alquiler)
 -Flete de la madera
 -Flete de los plantones
 -Vivero
 -Aserrío

4.5.3.3 Requerimientos de uso de la tierra

Son las condiciones de la tierra necesarias para el desarrollo exitoso y sostenido de *Cedrelinga*. Lo contrario de los requerimientos son las limitaciones, que son condiciones que afectan adversamente estas prácticas (FAO, 1985), siendo cuestión de conveniencia expresar una condición como un requerimiento o como una limitación.

1. Requerimientos de crecimiento

Se basan principalmente en factores climáticos y edáficos.

Para *Cedrelinga* se determinaron los siguientes factores:

-Intensidad relativa de radiación. De acuerdo a los estudios realizados en la EEAVH, se logran buenos resultados de crecimiento en plantaciones de enriquecimiento y manejo de regeneración natural donde *Cedrelinga* obtenga 31, 46, 50, 68 y 100% de intensidad relativa de luz, que corresponden a los manejos de fajas de enriquecimiento de 5m, 10m, regeneración natural, 30m y campo abierto, respectivamente.

-Zonas de vida. Las zona de vida donde se reporta la existencia de regeneración natural de *Cedrelinga* corresponden a: Bosque húmedo tropical (bh-T), bosque muy húmedo tropical (bmh-T), bosque húmedo montano bajo (bh-Mb) y bosque muy húmedo montano bajo (bmh-Mb).

-Temperatura. Las temperaturas observadas en los lugares de experimentación varían desde los 15°C hasta los 30°C, con promedios de 24.5°C.

Precipitación. La precipitación promedio anual en que se encuentra la especie está entre los 3000 y 5000 mm anuales.

Fisiografía y altitud. Se la encuentra naturalmente en zonas planas a suave onduladas con pendientes no mayores de 10%; en zonas onduladas a colinosas con pendientes que van desde 10 a 40% y en zonas de colina o montañosas con pendientes mayores de 40%. La altitud va desde los 150 msnm hasta los 800 msnm aproximadamente.

-Suelo. Naturalmente se la encuentra en suelos Plinthic acrisol y Chromic cambisol, aunque crece regularmente en plantaciones sobre Verthic cambisol, no es el suelo que prefiere. En suelos gleysoles definitivamente no prospera (Vale mencionar que este tipo de suelo se considera en el estudio, porque se encuentra en gran proporción en el área de estudio y en la Amazonia peruana).

-Textura. Las áreas investigadas con regeneración de *Cedrelinga* poseen los tres tipos de textura según el mapa de suelos de la FAO-UNESCO (1985): gruesa, media y fina. Los estudios han determinado que *Cedrelinga* prospera eficientemente en suelos con textura media, pero soporta suelos con textura gruesa, no así los de textura fina.

Acidez. La especie *Cedrelinga* soporta suelos muy ácidos desde ph de 3.5 hasta 5.

-Drenaje. El desarrollo de esta especie se ve influenciado positivamente por suelos con drenajes desde regular a bueno.

2. Requerimientos de manejo

Los requerimientos de manejo son aquellas condiciones necesarias para el manejo exitoso de la regeneración (FAO, 1985); comprende todas las fases, desde la preparación, establecimiento y mantenimiento, hasta el aprovechamiento de la madera.

-Existencia de regeneración. La existencia de regeneración natural proporcionará las condiciones para un manejo basado principalmente en esta. En situaciones donde no se presente la regeneración, o esta es escasa, el manejo se podrá complementar con plantaciones de enriquecimiento.

-Accesibilidad. Trata de la existencia o no de caminos de acceso, que corresponderá asimismo a la reparación o construcción de caminos que afectarán principalmente las operaciones de establecimiento y aprovechamiento.

-Preparación de sitio. Corresponde a la apertura de fajas de enriquecimiento, si se trata de plantaciones, o a la limpieza del sotobosque y apertura del dosel, si se trata de manejo de regeneración natural.

-Establecimiento. Para el caso de plantaciones, se refiere a las actividades de ubicación y delimitación, "poceado" (preparación de hoyos), y la plantación misma.

-Reposición. Es la actividad destinada a reponer las plantas que mueren en el transcurso del primer mes de plantación. Solo se realizará si el porcentaje de supervivencia es como mínimo el 85%; de lo contrario se considera que el sitio no es el adecuado, o la plantación esta mal hecha; si ese fuera el caso, deberán estudiarse las circunstancias, para tomar otra decisión respecto a plantar o no.

-Mantenimiento. Esta es una actividad que conlleva al cuidado de las plantas hasta el momento en que puedan competir satisfactoriamente con las especies de crecimiento más rápido que se desarrollan en el mismo sitio. El mantenimiento también abarca las operaciones durante la preparación de sitio y la cosecha.

-Cosecha. Se refiere a las operaciones de extracción, como son la tumba dirigida, el acarreo o arrastre hasta el patio de trozas, la carga y el transporte hasta el borde o pie de carretera.

4.5.4 Unidades cartográficas

Son las áreas de tierra con cualidades similares a las que requiere la especie de acuerdo a los resultados de experimentación, y que corresponden a las condiciones en que será aplicado el modelo.

Las unidades cartográficas de este modelo corresponderán a los tipos de suelo donde se encuentra naturalmente la especie *Cedrelinga*. El rango de distribución incluye a Brasil, Colombia, Ecuador, y Perú.

De acuerdo al mapa de suelos de la FAO-UNESCO (1985), los suelos estudiados en la EEAVH y en el CIJH, se reparten precisamente en las zonas donde se reporta la especie de estudio en los países nombrados.

Los suelos identificados en estas zonas son:

Plinthic acrisol, Chromic cambisol, Vertic cambisol y Plinthic gleysol. En los dos primeros se desarrolla naturalmente y en los dos últimos se probó en plantaciones experimentales con resultados regulares y malos respectivamente.

Las unidades cartográficas identificadas según el Mapa de Suelos de la FAO-UNESCO son (Cuadro 27):

Cuadro 27 Unidades cartográficas en estudio para el sistema de expertos de *Cedrelinga*

Ao25-3c	Predominio del suelo Verthic cambisol
Ap8-2a	Predominio del suelo Plinthic gleysol
Fo6-3b	Predominio del suelo Chromic cambisol
Fx4-3a	Predominio del suelo Plinthic acrisol

La descripción de los procesos de programación del sistema de expertos para *Cedrelinga* se muestran en el Anexo para ALES.

4.6 Marco de aplicación de las técnicas de regeneración de *Cedrelinga*

Los resultados del presente estudio deberán tomarse como un punto de partida para el manejo de bosques tropicales bajo las características estudiadas; pues si bien es cierto que *Cedrelinga* regeneró con éxito utilizando técnicas de manejo monoespecífico, es deseable un manejo mixto del bosque, que coadyuve a conservar la biodiversidad y un uso más integral del recurso.

Los resultados de investigación en la EEAVH demostraron que *Cedrelinga* regenera satisfactoriamente en forma natural mediante las técnicas de manejo monoespecífico, pero asimismo se pudo observar que no es afectada por la competencia interespecífica de especies de valor comercial, como *Amburana cearensis*, *Aspidosperma macrocarpon*, *Dipterex odorata* y *Ocotea* sp, lo que permitiría su manejo en forma mixta.

Vale indicar que la aplicación de técnicas de manejo de regeneración natural o artificial en ambientes similares a los

descritos para el presente estudio, deberá realizarse en el marco de los objetivos de manejo. La utilización de técnicas de regeneración artificial debiera sujetarse a condiciones para el enriquecimiento del bosque, opción que deberá ser respaldada por un muestreo diagnóstico (Hutchinson, 1993) o un inventario en regla.

De acuerdo a la extensión del área a manejar, a la dispersión de los árboles semilleros y a la disponibilidad de semillas en ese momento, se podrá tomar la decisión de combinar el manejo de la regeneración natural con el repique de brinzales sobre zonas adyacentes a las parcelas, a las cuales habrá que dotar de las mismas condiciones para su regeneración exitosa.

El sistema de expertos mostrará su utilidad en la medida que enfoque la necesidad o no de determinado manejo, debiendo explicar dentro de los requerimientos de manejo la necesidad de condiciones ambientales y/o la oportunidad de manejo de la regeneración natural.

5. CONCLUSIONES

CRECIMIENTO DE CEDRELINGA CATENAEFORMIS DUCKE EN PLANTACIONES Y REGENERACION NATURAL EN LA EEAVH.

1. En los primeros seis años y a los diez años se presentan efectos altamente significativos entre las interacciones sistema de regeneración (ANCHFAJA), tipos de suelo (SUELO) y tipos de fisiografía (FISIOGRAF) sobre el crecimiento de *Cedrelinga*.

2. El mejor crecimiento a la edad de 10 años se encuentra con las combinaciones de fajas de 5 m con entrefajas de 15 m sobre suelo Plinthic acrisol en fisiografía ondulada. En segundo término, para fajas de 5m con entrefajas de 15m sobre suelo Chromic cambisol en fisiografía ondulada, y en tercer lugar fajas de 5 m con entrefajas de 10 m, sobre suelo Plinthic acrisol en fisiografía ondulada.

3. *Cedrelinga* es una especie de crecimiento gregario que crece bien en plantaciones masivas a campo abierto.

4. Los resultados de crecimiento en el área de manejo de regeneración natural 111A (1987), demuestran que el manejo realizado con la utilización de un único clareo, respecto a clareos graduales realizados en el area 101, fue exitoso, por cuanto resultó en una tasa mayor de crecimiento promedio de la población. Con relación al desarrollo en plantaciones, no se detectaron diferencias significativas .

5. La semilla de *Cedrelinga* necesita niveles bajos de iluminación (7% de iluminación relativa) para germinar pero una vez que esto se ha logrado, las plántulas requieren una intensidad relativa de iluminación de 50% para poder desarrollar competitivamente en su medio; intensidades menores tienden a perjudicar la regeneración.

6. Hay una alta relación entre la forma de copa, la iluminación de la copa y la forma de fuste.

TECNOLOGIA PARA EL MANEJO DE *CEDRELINGA CATENAEFORMIS* DUCKE

7. Es posible manejar la regeneración natural de *Cedrelinga* con la utilización de técnicas de manejo de dosel, y lograr crecimientos similares a los de plantaciones con raleos y cuidados adecuados.

8. Las técnicas de almacenamiento de semillas, producción de plántones y de plantación en el terreno son las principales para regenerar artificialmente *Cedrelinga*.

SISTEMA DE EXPERTOS (ALES) PARA *CEDRELINGA*

9. La aplicación de evaluaciones de tierras en el sistema ALES ofrece buenas oportunidades para transmitir conocimientos sobre *Cedrelinga*, presentando evaluaciones sobre su aptitud, rendimiento y comportamiento físico y económico, sobre escenarios establecidos.

6. RECOMENDACIONES

1. Continuar con la investigación y evaluaciones de *Cedrelinga* dentro de las áreas de regeneración en la Estación Experimental Alexander von Humboldt y el Centro de Investigaciones Jenaro Herrera.
2. Uniformizar los estudios de suelos para poder realizar comparaciones exactas sobre los distintos escenarios de crecimiento de *Cedrelinga*.
3. Regenerar *Cedrelinga* bajo las técnicas mencionadas en lugares similares a los descritos en el estudio.
4. Continuar enriqueciendo el sistema de expertos con investigaciones y nuevas experiencias.

BIBLIOGRAFIA

- ALEGRE, J.; SANCHEZ, P.; PALM, CH.; PEREZ, J. 1987.
Comparative soil dynamics under different management options. Tropsoils Technical Report, 1986-1987. The Tropical Soils Research Program. Department of Soil Science. North Carolina State university. p. 102-108.
- ALENCAR, J. da; ARAUJO, V. C. de. 1980. Comportamento de espécies florestais amazonicas quanto á luminosidade. Acta Amazónica 10(3): 435-444.
- AREVALO, L.; SZOTT, L.; PEREZ, J. 1991. El pijuayo como componente de un sistema groforestal. IV Congreso internacional sobre biología, agronomía e industrialización del pijuayo. Iquitos-Perú. Editorial de la Universidad de Costa Rica. p. 267-286.
- ARZE, J. 1993a. Sistemas de expertos: Una herramienta para tomar decisiones sobre agrotecnología. Curso introducción a la dinámica de sistemas. CATIE. 27 p.
- . 1993b. Introducción a sistemas de expertos con VP-Expert. Curso introducción a la dinámica de sistemas. CATIE. 41 p.
- AROSTEGUI, A. y SATO, A. 1970. Estudio de las propiedades Físico-Mecánicas de la madera de 16 especies forestales del Perú. Revista Forestal Peruana 4(1-2):13-24.
- AUS DER BEEK, R. 1990. Untersuchungen zur natürlichen Verbreitung, den standörtlichen Ansprüchen und der Waldbaulichen Eignung der *Cedrelinga catenaeformis* Ducke in Peru, als Beitrag zur besseren Kenntnis dieser Baumart. Diplomarbeit and der ETH-Zuricg, Abt. VI: Fortwirtschaft an der Professur Waldbau. 143p.

- BARBOSA, A.; SAMPAIO, P. 1990. Efeitos da profundidade de
semeadura e posicao da semente na germinacao e formacao
da haste das mudas de cedrorana (*Cedrelinga*
catenaeformis Ducke). Acta Amazónica: 20 (único):3-10.
- BERNARDI, L.; ENCARNACION, F.; SPICHIGER, R. 1981. Las
mimososideas del Arborétum Jenaro Herrera (provincia de
Requena, departamento de Loreto, Perú). Candollea 36(2)
306-309.
- BOESE, E. 1992. Actividades agroforestales y
silviculturales en la región Amazónica ecuatoriana.
Red agroforestal ecuatoriana. Quito, Ecuador. 138 p.
- BUDOWSKI, G. 1956. Sistemas de Regeneración de los Bosques
de Bajura en la América Tropical. The Caribbean Forester
(C.R.) 17(3-4):53-75 p.
- BURGOS, L. 1954. Contribución al estudio de la Silvicultura
de algunas especies Forestales en Tingo María. The
Caribbean Forester (C.R.) (1- 2):14-33 p.
- ---- Posibilidades de la repoblación natural y
semi-artificial del "Tornillo" *Cedrelinga catenaeformis*
Ducke, en Tingo María.
- CARRERA, F. 1987. Experiencias y resultados de las
plantaciones forstales en la zona forestal Alexander
von Humboldt. Documento de trabajo #5. ENFOR XII-
Pucallpa. Perú. 79p.
- CLAUSSI, A.; MARMILLOD, D.; BLASER, J. 1992. Descripción
silvicultural de las plantaciones forestales de Jenaro
Herrera. Instituto de Investigaciones de la Amazonia
Peruana. Centro de Investigaciones Jenaro Herrera.
Iquitos, Perú. 334.

- CLARK, D. and CLARK, D. 1992. Life history diversity of canopy and emergent trees in a neotropical rain forest. *Ecological Monographs*, 62(3):315-3
- DAWKINS, H.C. 1958. The management of natural tropical high forest with special reference to Uganda. Institute Paper N°34. Imperial Forestry Institute, Oxford. 135p.
- DE CAMINO, R. 1989. La sostenibilidad como concepto: Definiciones, consecuencias y el principio del rendimiento sostenido en el manejo forestal. Fotocopias. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 37 p.
- DE LAS SALAS, G. 1987. Suelos y ecosistemas forestales; con énfasis en América Tropical. IICA-Colección de libros y materiales educativos # 80. Costa Rica. 450p.
- DIAZ, M. 1986. Propagación de Especies Forestales Nativas. Iquitos, Perú. 11 p.
- DOUROJEANNI, M. 1990. Amazonía ¿Qué Hacer?. Centro de Estudios Teológicos de la Amazonía. Iquitos-Perú. 444 p.
- 1987. Manejo de bosques naturales en el trópico americano: Situación y perspectivas. *Revista Forestal del Perú* 14(1): 91-108.
- 1982. Recursos naturales y desarrollo en América Latina y el Caribe. Universidad de Lima. Lima, Perú. 437 p.
- DYKSTRA, D.; HEINRICH, R. 1992. Sostenimiento de los bosques tropicales mediante sistemas de explotación ecológicamente adecuados. *Unasylva* 43(169): 9-15.

- FAO. 1978. Técnicas de establecimiento de plantaciones forestales. Estudio FAO:Montes #8. Roma. 206p.
- . 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento con referncia especial a los trópicos. Estudio FAO:Montes # 22/2. Vol.1 Estimación del volúmen por: F. Cailliez 22/1. Roma. 91p.
- . 1984. Suelos de las regiones tropicales húmedas de tierras bajas. Estudio FAO:Montes # 21. Roma. 119p.
- . 1985. Directivas: Evaluación de tierras para la agricultura en secano. Boletín de suelos de la FAO #52. Roma. 228p.
- . ----. Evaluación de tierras con fines forestales. Estudio FAO:Montes # 48. Roma. 106p.
- . 1990. Evaluación de tierras para la agricultura en regadío: directivas. Boletín de suelos de la FAO # 55. Roma. 289p.
- FAO-UNESCO. 1976. Mapa mundial de suelos. Volúmen I. Leyenda. UNESCO, Paris. 60p.
- , ----. Mapa mundial de suelos. Volúmen IV. Mapas de America del Sur. UNESCO, Paris.
- FINEGAN, B. 1993. Bases ecológicas para la producción sostenible. Curso de posgrado. CATIE. Capítulo III.
- HARTSHORN, G. 1980. La Dinámica de los Bosques Neotropicales. Biotrópica. 12:23-30. 26 p.
- INIAA-JICA. 1986. Quinta Reunión del Comité del Proyecto Binacional. Informe. Pucallpa. 27 p.

INIA-JICA. 1987. Sexta Reunión del Comité Directivo del Proyecto Binacional. Informe. Pucallpa. 35 p.

----- 1988. Séptima Reunión del Comité Directivo del Proyecto Binacional. Informe. Pucallpa. 33 p.

----- 1989. Octava Reunión del Comité Directivo del Proyecto Binacional. Informe. 39 p.

----- 1991. Manual Silvicultural. Informe Final del Proyecto de Estudio Conjunto sobre Investigación y Experimentación en Regeneración de Bosques en la Zona Amazónica de la República del Perú. INIAA-JICA. Japón. 114p.

----- 1991. Monografías. Informe Final del Proyecto de Estudio Conjunto sobre Investigación y Experimentación en Regeneración de Bosques en la zona Amazónica de la República del Perú. INIAA-JICA. Japón. 270 p.

INFOR-JICA. 1986. Informe del Plan de Ejecución para el Proyecto de Estudio Conjunto sobre Investigación y Experimentación en Regeneración de Bosques en la Zona Amazónica de la República del Perú. I Etapa. 630 p.

JICA. 1982. Informe de Coordinación para el Proyecto de Estudio Conjunto sobre Investigación y Experimentación en Regeneración de Bosques en la Zona Amazónica de la República del Perú. JICA. Lima, Perú. 270 p.

JICA. 1988. Informe del Plan de Ejecución para el Proyecto de Estudio Conjunto sobre Investigación y experimentación en regeneración de Bosques en la zona Amazónica de la República del Perú. II Etapa. JICA. Lima, Perú. 119 p.

- KALLIOLA, R.; PUHAKKA, M.; DANJOY, W. 1993. Amazonia peruana, vegetación húmeda tropical en el llano subandino. ONERN, Proyecto Amazonia Universidad de Turku. FINNIDA. 265p.
- KANEKO S.; KAWAMURO, K. 1987. Soil Sub Categorization in Humboldt Experimental Forest, Perú. Japan. 15 p.
- KOIKE, H. 1987. Condiciones Naturales del Area Experimental. Informe del Proyecto de Estudio Conjunto sobre Investigación y Experimentación en Regeneración de Bosques en la Zona Amazónica de la República del Perú. Pucallpa. 15 p.
- LEVANO, J. 1989. Clasificación de tierra por capacidad de uso mayor del bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Facultad de Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú. 25 p.
- 1994. Estudio del comportamiento del fósforo en dos suelos ácidos de Tingo María. Tesis M.Sc. UNA "La Molina".
- LOPEZ, R. 1970. Estudio silvicultural de la especie *Cedrelinga catenaeformis* Ducke. Tesis Ing. Forestal. UNA "La Molina". Lima, Perú. 89 p.
- MAGALHAES, F.; MAGALHAES, L.; OLIVEIRA, L.; DOBEREINER, J. 1982. Ocorrencia de nodulacao em leguminosas florestais de terra firme nativas da regio de Manaus, AM. Acta Amazónica 12(3): 509-514.

- MARTINEZ, H. 1986. Resultados del comportamiento de especies forestales plantadas en líneas de enriquecimiento en Bajo Calima, San José del Guaviaré y Tumaco, Colombia. Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal-CONIF. Serie Técnica n°19. 34 p.
- MARTINEZ, H.; RODRIGUEZ, M. 1987. Comportamiento de 21 especies forestales en San José del Guaviaré, Colombia. Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal-CONIF. Serie Técnica n°26. 21 p.
- MARUYAMA, E. 1987. Manejo de Regeneración Natural de Tornillo (*Cedrelinga cateaeformis* Ducke) en la zona Forestal A. von Humboldt. Documento de Trabajo N°03. INFOR-COTESU. 39 p.
- . 1987b. Respuesta (*cedrelinga catenaeformis* Ducke) al Almacenamiento de las Semillas y Comportamiento de la Regeneración Natural en la zona de Alexander von Humboldt. Tesis de Ing. Forestal. Pucallpa, Perú. 178 p.
- MESINAS, J. 1990. Ocurrencias de Micorrizas en Tres especies Forestales de la Amazonía en el Bosque de Dantas (Huánuco-Perú). Tesis de Ing. Forestal. La Molina-Perú. 142 p .
- ONERN. 1976. Mapa Ecológico del Perú. Guía Explicativa. 146p.
- ONERN. 1972. Inventario de los estudios y disponibilidad de los recursos forestales del Perú. ONERN, Universidad Nacional Agraria "La Molina": Proyecto FAO/UNDP 116. 332 p.

- PEDER, B. 1978. Los aclareos en rodales coetáneos. Publicaciones especiales. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de enseñanza, investigación y servicio en bosques. Mexico. 143p.
- ROSSITER, D.; van WAMBEKE, A.; JIMENEZ, A. 1993. Sistema automatizado para la evaluación de tierras ALES. Manual para usuarios. Ithaca, NY EEUU. 177 p.
- SABOGAL, C.; FINEGAN, B.; HUTCHINSON; I.; REICHE, C. 1993. El manejo sostenible de los bosques húmedos tropicales: El marco técnico y resultados de su aplicación en Centroamérica. Ponencia presentada al I Congreso Forestal Centroamericano. Petén, Guatemala. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 48 p.
- SALAZAR, A. 1983. Parcelas Permanentes de Evaluación de Regeneración Natural de "Tornillo" *Cedrelinga catenaeformis* Ducke. Documento de Trabajo. CENFOR XII. Pucallpa, Perú. 9 p.
- SANCHEZ, P.; BUOL, S. 1981. Suelos del Trópico Características y Manejo . IICA. San José (C.R.) 634 p.
- SATO, T.; QUINTANA, L.; VIDAURRE, H.; ANGULO, W. 1991. Normas y Operaciones Forestales. In Monografías. INIAA-JICA. Perú-Japón. p. 97-156.
- SCHWYZER, A. 1981a. El Tornillo (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke). Boletín Técnico N° 15. Proyecto de Asentamiento Rural Integral Jenaro Herrera. Iquitos, Perú. 34 p.
- SCHWYZER, A. 1981b. La combinación de la regeneración artificial con la regeneración natural en el bosque húmedo tropical del Perú. Boletín Técnico N°9. Proyecto de Asentamiento Rural Integral Jenaro Herrera. Iquitos, Perú. 20p.

- SITOE, A. A. 1992. Crecimiento diamétrico de especies maderables en un bosque húmedo tropical bajo, diferentes intensidades de intervención. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 119 p.
- SUASNABAR, L. 1985. Comportamiento de Plántulas de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke, "Tornillo", bajo diferentes tratamientos en una plantación a Campo Abierto. Tesis de Ing. Forestal.
- TRIVIÑO, T.; DE ACOSTA, R. y CASTILLO, A. 1990. Técnicas de manejo de semillas para algunas especies forestales neotropicales en Colombia. Mejoramiento de semillas y fuentes semilleras en Colombia. Proyecto cooperativo: CONIF-INDERENA-CIID. Serie de documentación técnica #19. Bogotá, Colombia. p. 37-45.
- SYNNOTT, T.J. 1979. Manual de procedimientos de parcelas permanentes para bosque húmedo tropical. Documentos forestales N°14 Serie de apoyo académico N°12. Universidad de Oxford. Trad. Juvenal Valerio. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 1991. 103 p.
- VIDAURRE, H. 1991a. Diseminación de Semillas de "Tornillo". Temas Forestales N°4. Proyecto de Capacitación, Extensión y Divulgación Forestal. COTESU/INTERCOOPERATION/DGFF. Ucayali, Perú. 43 p.
- VIDAURRE, H. 1991b. Efectos del Suelo, Topografía, Ancho de Faja y Tipo de Plantón en el Crecimiento Inicial en Altura de Algunas Especies Forestales de la Amazonía Peruana. Exposición de Avances y Resultados del Proyecto de Estudio Conjunto sobre Regeneración de Bosques Tropicales. INIAA -EEFA -Pucallpa. 4 p.

VIDAURRE, H. 1991c. Regeneración Natural. Exposición de Avances y Resultados del Proyecto de Estudio Conjunto sobre Regeneración de Bosques Tropicales. INIAA-EEFA-Pucallpa. 15p.

----- . 1992a. Interrelación Suelo Planta en el Bosque Nacional Alexander von Humboldt. Proyecto Suelos Tropicales. INIAA. Revista Suelos Amazónicos. Pucallpa, Perú. 28 p.

----- . 1992b. Tecnologías para el Manejo de los bosques Tropicales (I). Proyecto Suelos Tropicales. INIAA. Boletín técnico N°3. 29 p.

----- . 1992c. Tecnologías para el Manejo de los Bosques Tropicales (II). Proyecto Suelos Tropicales. INIAA. Boletín técnico N°4. 29 p.

----- . 1992d. Análisis de las características del sitio que prefiere la regeneración natural de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke "Tornillo". Tesis Ing. Forestal. UNA "La Molina". Lima, Perú. 187 p.

ANEXOS
FIGURAS

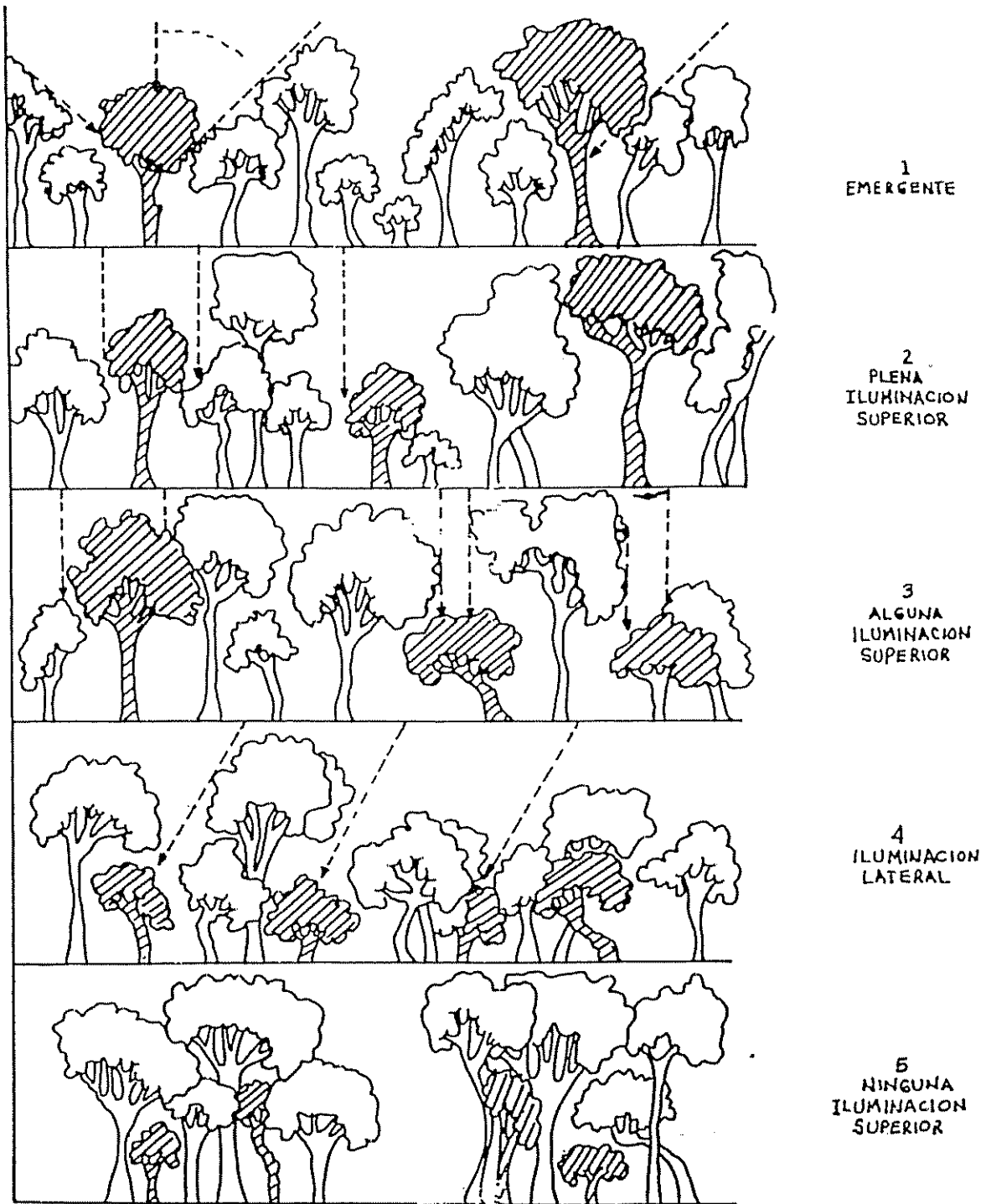


FIGURA 13. CLASIFICACION DE LA ILUMINACION DE COPA (Dawkins, 1958)

LA CLASIFICACION DE FUSTES SEGUN LA MEJOR TROZA				
Clasificación del árbol		Actualmente maderable 1	1	1
2	2	Clasificación del árbol 2	Potencialmente maderable 2	2
3	Deformado 3	<p>Acanalado, corrugado</p> <p>Llama</p>		
		Clasificación del árbol 3	Dañado 4	Podrido 5

FIGURA 14 CLASIFICACION DE FUSTES SEGUN LA MEJOR TROZA (CATIE/RENARM-BN)

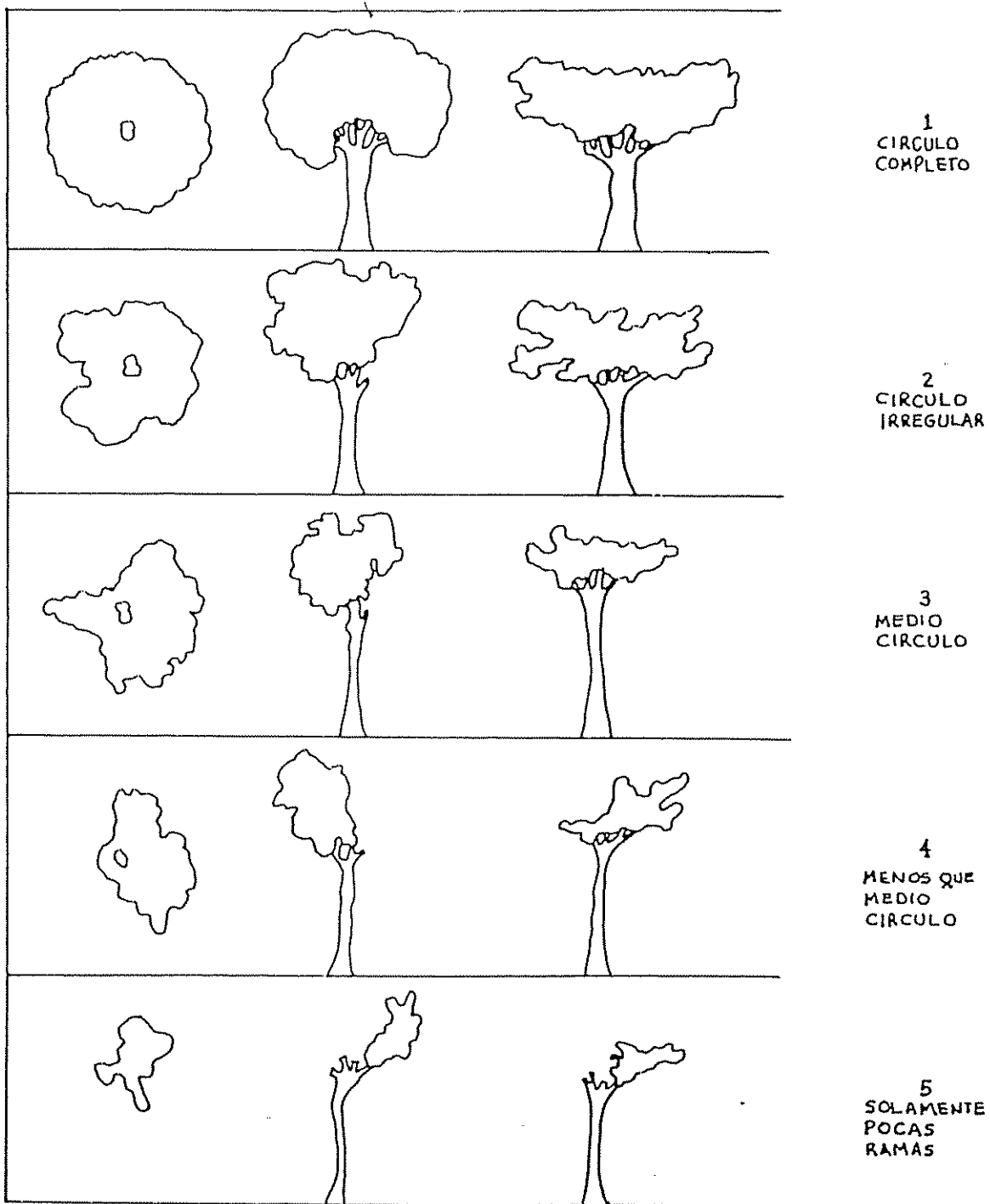


FIGURA 15 . CLASIFICACION DE LA FORMA DE COPA (Synnott, 1979)

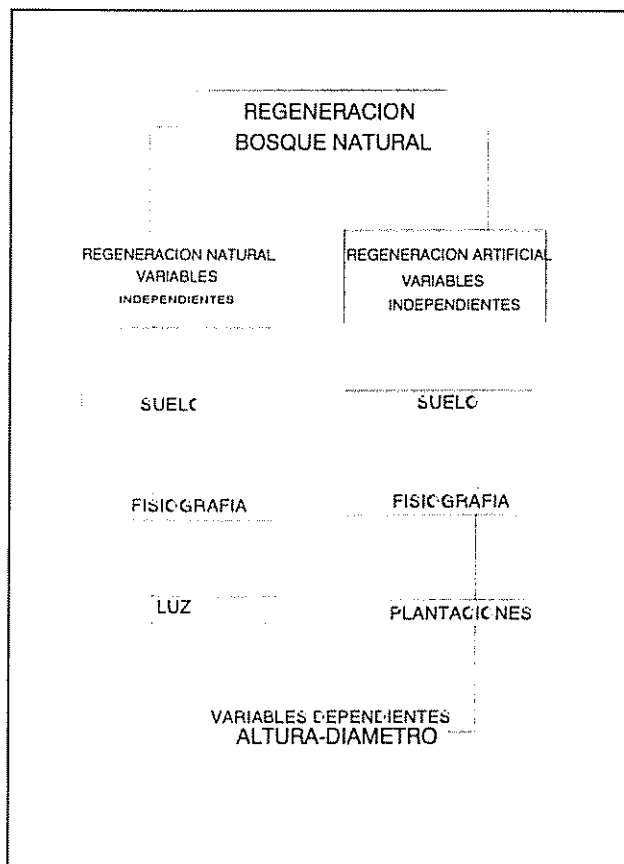


FIGURA 24. VARIABLES EN ESTUDIO PARA *CEDRELINGA* .

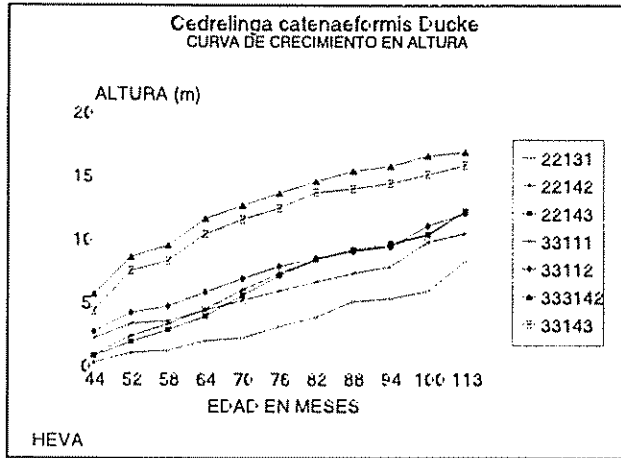


FIGURA 25 CURVAS DE CRECIMIENTO PARA TRATAMIENTOS EN LA EEAVH

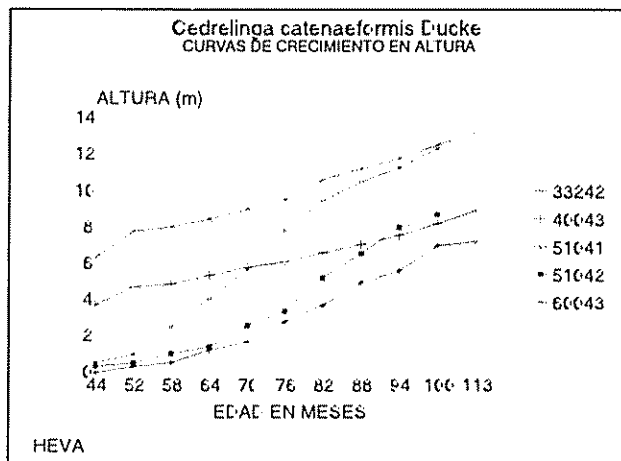


FIGURA 26 CURVAS DE CRECIMIENTO PARA TRATAMIENTOS EN LA EEAVH

ANEXOS
CUADROS

CUADRO 27 ANALISIS DE VARIANZA UTILIZANDO EL TEST DE HIPOTESIS DEL TIPO III Y TRES ERRORES PARA LAS VARIABLES Y COMBINACION DE VARIABLES (AÑOS 5-6).

 ANCHFAJA*FISIOGR término de error

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ANCHFAJA	6	14878.14664	2479.69111	10.76	0.0098
FISIOGR	2	19.96479	9.98239	0.04	0.9580

 SUELO*FISIOGR término de error

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SUELO	3	4241.789683	1413.929894	12.38	0.0095

 ANCHFA*SUELO*FISIOGR término de error

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ANCHFAJA*FISIOGR	5	1151.88565	230.37713	0.25	0.8990
ANCHFAJA*SUELO	5	11892.13197	2378.42639	2.56	0.4405
SUELO*FISIOGR	5	571.12384	114.22477	0.12	0.9642

 Cuadro 28 ANALISIS DE VARIANZA A LOS 7 AÑOS AJUSTANDO CON LA COVARIABLE EDAD.

 SUELO*FISIOGR término de error

source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SUELO	3	6061.278200	2020.426067	8.03	0.0234

 CUADRO 29 ANALISIS DE VARIANZA A LOS 8 AÑOS AJUSTANDO CON LA COVARIABLE EDAD.

 SUELO*FISIOGR Término de error

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SUELO	3	7075.211249	2358.403750	7.87	0.0243

CUADRO 30 ANALISIS DE VARIANZA A LOS 9 AÑOS AJUSTANDO CON LA COVARIABLE EDAD.

SUELO*FISIOGR término de error

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SUELO	3	7065.869001	2355.289667	8.11	0.0229

CUADRO 31 ANALISIS DE VARIANZA UTILIZANDO EL TEST DE HIPOTESIS DEL TIPO III Y TRES ERRORES PARA LAS VARIABLES Y COMBINACION DE VARIABLES SIN AJUSTE (AÑO 10).

Tests of Hypotheses using the Type III MS for ANCHFAJA*FISIOGR as an error term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ANCHFAJA	6	1557.664800	259.610800	38.09	0.0005
FISIOGR	2	6.374610	3.187305	0.47	0.6514

Tests of Hypotheses using the Type III MS for SUELO*FISIOGR as an error term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SUELO	3	846.3078216	282.1026072	5.93	0.0592

Tests of Hypotheses using the Type III MS for ANCHFA*SUELO*FISIOGR as an error term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ANCHFAJA*FISIOGR	5	34.0829989	6.8165998	514.04	0.0335
ANCHFAJA*SUELO	5	575.0057625	115.0011525	8672.21	0.0082
SUELO*FISIOGR	4	190.3449780	47.5862445	3588.47	0.0125

CUADRO 32 ANALISIS DE VARIANZA UTILIZANDO EL TEST DE HIPOTESIS DEL TIPO III Y TRES ERRORES PARA LAS VARIABLES Y COMBINACION DE VARIABLES UTILIZANDO LA COVARIABLE EDAD (A LOS 10 AÑOS).

Tests of Hypotheses using the Type III MS for ANCHFAJA*FISIOGR as an error term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ANCHFAJA	6	1660.178338	276.696390	25.82	0.0013
FISIOGR	2	22.096087	11.048043	1.03	0.4218

Tests of Hypotheses using the Type III MS for SUELO*FISIOGR as an error term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SUELO	3	909.4859869	303.1619956	5.14	0.0739

Tests of Hypotheses using the Type III MS for ANCHFA*SUELO*FISIOGR as an error term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ANCHFAJA*FISIOGR	5	53.5866315	10.7173263	53.18	0.1037
ANCHFAJA*SUELO	5	547.0605409	109.4121082	542.94	0.0326
SUELO*FISIOGR	4	236.0909566	59.0227391	292.89	0.0438

CUADRO 33 CRECIMIENTO POR TRATAMIENTOS AJUSTADOS POR EDAD

A	A					D
N	N	D	F			I

OBS	CHFAJA	CHENTR	ISTANC	SUELO	ISIOGR	EDAD	FREQ	ALTURA	AMETRO
1	1	1	1	1	1	44	28	3.2968	2.7800
2	1	1	1	1	1	52	28	4.8346	4.1231
3	1	1	1	1	1	58	28	5.3607	4.5462
4	1	1	1	1	1	64	28	6.5493	5.4346
5	1	1	1	1	1	70	28	7.1668	6.0231
6	1	1	1	1	1	76	28	7.9718	6.7538
7	1	1	1	1	1	82	28	8.5575	7.4500
8	1	1	1	1	1	88	28	8.9300	8.2926
9	1	1	1	1	1	94	28	9.0968	8.9808
10	1	1	1	1	1	100	28	9.8239	9.0815
11	1	1	1	1	1	113	28	10.3286	10.0000
12	1	1	1	1	2	44	61	4.5230	3.7193
13	1	1	1	1	2	52	61	6.2393	5.0610
14	1	1	1	1	2	58	61	6.7216	5.6034
15	1	1	1	1	2	64	61	7.9464	6.2541
16	1	1	1	1	2	70	61	8.7100	6.8344
17	1	1	1	1	2	76	61	9.1261	7.6230
18	1	1	1	1	2	82	61	9.6736	8.1639
19	1	1	1	1	2	88	61	9.7885	9.1344
20	1	1	1	1	2	94	61	9.7263	9.4576
21	1	1	1	1	2	100	61	10.4336	9.8085
22	1	1	1	1	2	113	61	10.9668	11.0627
23	1	1	1	1	3	44	5	3.4880	2.7000
24	1	1	1	1	3	52	5	5.4700	4.0800
25	1	1	1	1	3	58	5	5.1720	4.6000
26	1	1	1	1	3	64	5	6.1160	5.1800
27	1	1	1	1	3	70	5	6.1320	5.6800
28	1	1	1	1	3	76	5	6.2160	5.9600
29	1	1	1	1	3	82	5	7.0000	6.4200
30	1	1	1	1	3	88	5	7.2000	7.3000
31	1	1	1	1	3	94	5	6.4960	7.3000
32	1	1	1	1	3	100	5	8.1825	7.8250
33	1	1	1	1	3	113	5	8.5500	8.4000
34	1	1	1	2	2	44	64	6.9007	5.6483
35	1	1	1	2	2	52	59	8.7451	7.2729
36	1	1	1	2	2	58	59	9.2863	7.8475
37	1	1	1	2	2	64	59	10.0000	8.9627
38	1	1	1	2	2	70	59	11.4207	9.2831
39	1	1	1	2	2	76	59	11.8605	10.2190
40	1	1	1	2	2	82	59	12.6223	11.0333
41	1	1	1	2	2	88	59	12.8102	12.2607
42	1	1	1	2	2	94	59	13.1725	13.4582
43	1	1	1	2	2	100	59	13.6340	14.0038
44	1	1	1	2	2	112	59	14.5604	15.8660
45	1	1	1	2	3	44	5	6.2720	4.6600
46	1	1	1	2	3	52	5	8.2900	6.0600
47	1	1	1	2	3	58	5	8.6500	6.5800
48	1	1	1	2	3	64	5	10.0620	7.6400
49	1	1	1	2	3	70	5	11.1600	7.8600

50	1	1	1	2	3	76	5	11.2520	8.3600
51	1	1	1	2	3	82	5	11.9200	8.7400
52	1	1	1	2	3	88	5	11.7480	9.5000
53	1	1	1	2	3	94	5	12.5200	9.8400
54	1	1	1	2	3	100	5	11.7400	10.0000
55	1	1	1	2	3	112	5	12.7200	10.7000
56	1	1	1	3	2	7	43	0.5915	.
57	1	1	1	3	2	13	16	0.7456	.
58	1	1	1	3	2	19	16	0.8400	.
59	1	1	1	3	2	25	16	1.0833	.
60	1	1	1	3	2	31	16	1.1507	.
61	1	1	1	3	2	37	16	.	.
62	1	1	1	3	2	49	16	.	.
63	1	1	1	3	3	7	5	0.6840	.
64	1	1	1	3	3	13	2	0.7500	.
65	1	1	1	3	3	19	2	1.0150	.
66	1	1	1	3	3	25	2	1.2750	.
67	1	1	1	3	3	31	2	1.4500	.
68	1	1	1	3	3	37	2	.	.
69	1	1	1	3	3	49	2	.	.
70	1	1	1	4	2	44	51	5.3888	4.3700
71	1	1	1	4	2	52	51	7.4227	6.1920
72	1	1	1	4	2	58	51	7.9924	6.6340
73	1	1	1	4	2	64	51	9.1910	7.4804
74	1	1	1	4	2	70	51	10.2380	7.9196
75	1	1	1	4	2	76	51	10.8227	8.6627
76	1	1	1	4	2	82	51	11.3771	9.2882
77	1	1	1	4	2	88	51	11.6098	10.3529
78	1	1	1	4	2	94	51	11.7353	11.0118
79	1	1	1	4	2	100	51	12.2304	11.6706
80	1	1	1	4	2	112	51	13.1449	12.5820
81	1	1	1	4	3	44	7	4.6986	3.6429
82	1	1	1	4	3	52	7	6.1929	4.8714
83	1	1	1	4	3	58	7	6.7671	5.2000
84	1	1	1	4	3	64	7	7.4871	5.9000
85	1	1	1	4	3	70	7	8.6829	6.2000
86	1	1	1	4	3	76	7	8.8829	6.7857
87	1	1	1	4	3	82	7	9.6229	7.1714
88	1	1	1	4	3	88	7	9.8529	8.0143
89	1	1	1	4	3	94	7	10.0529	8.2571
90	1	1	1	4	3	100	7	10.4557	8.5000
91	1	1	1	4	3	112	7	11.4143	8.9714
92	1	1	2	3	2	2	15	0.6643	.
93	1	1	2	3	2	8	14	0.9964	.
94	1	1	2	3	2	14	14	1.6007	2.1000
95	1	1	2	3	2	20	14	2.3964	2.1273
96	1	1	2	3	2	26	14	3.3936	3.2538
97	1	1	2	3	2	32	14	4.5743	3.7143
98	1	1	2	3	2	38	14	6.5386	5.2857
99	1	1	2	3	2	44	14	7.0343	5.4500
100	1	1	2	3	2	50	14	9.1843	7.6357
101	1	1	2	3	2	62	14	9.4929	8.9714
102	1	2	1	1	2	30	15	3.0733	2.3692
103	1	2	1	1	2	38	15	4.7633	3.6800
104	1	2	1	1	2	44	15	5.5073	4.1600
105	1	2	1	1	2	50	15	6.8800	5.0333

106	1	2	1	1	2	56	15	7.6040	5.8333
107	1	2	1	1	2	62	15	8.8653	6.5067
108	1	2	1	1	2	68	15	9.6753	7.2533
109	1	2	1	1	2	74	15	10.1520	7.8867
110	1	2	1	1	2	80	15	10.5333	8.2067
111	1	2	1	1	2	86	15	10.0408	9.0385
112	1	2	1	1	2	98	15	12.0769	8.9231
113	1	2	1	1	3	30	23	2.2505	1.9929
114	1	2	1	1	3	38	20	3.5130	3.0316
115	1	2	1	1	3	44	20	3.9735	3.4650
116	1	2	1	1	3	50	20	5.0905	4.1000
117	1	2	1	1	3	56	20	5.5990	4.7300
118	1	2	1	1	3	62	20	6.2700	5.3750
119	1	2	1	1	3	68	20	7.0540	6.0250
120	1	2	1	1	3	74	20	8.1490	7.0150
121	1	2	1	1	3	80	20	8.4680	7.2500
122	1	2	1	1	3	86	20	9.0420	7.8650
123	1	2	1	1	3	98	20	10.8832	8.8263
124	1	2	1	2	1	30	9	5.1478	4.6125
125	1	2	1	2	1	38	8	8.8625	7.3750
126	1	2	1	2	1	44	9	9.7111	8.2667
127	1	2	1	2	1	50	9	11.7000	9.7222
128	1	2	1	2	1	56	9	14.0444	10.7778
129	1	2	1	2	1	62	9	14.7778	11.6556
130	1	2	1	2	1	68	9	15.0122	13.0222
131	1	2	1	2	1	74	9	15.7300	13.7333
132	1	2	1	2	1	80	9	15.8556	14.1889
133	1	2	1	2	1	86	9	16.1389	14.6556
134	1	2	1	2	1	98	9	18.7778	16.9889
135	1	2	1	2	2	30	9	4.0056	3.2222
136	1	2	1	2	2	38	9	6.1900	5.2444
137	1	2	1	2	2	44	9	6.3622	5.9500
138	1	2	1	2	2	50	9	7.8889	6.3778
139	1	2	1	2	2	56	9	8.9644	7.3556
140	1	2	1	2	2	62	9	9.6678	8.1222
141	1	2	1	2	2	68	9	10.2689	9.1556
142	1	2	1	2	2	74	9	11.1056	.
143	1	2	1	2	2	80	9	11.2389	10.1556
144	1	2	1	2	2	86	9	12.0437	10.9375
145	1	2	1	2	2	98	9	14.5625	.
146	1	2	1	2	3	30	5	5.1000	4.6800
147	1	2	1	2	3	38	5	8.7800	7.8000
148	1	2	1	2	3	44	5	9.1080	8.6200
149	1	2	1	2	3	50	5	11.2700	10.0800
150	1	2	1	2	3	56	5	12.4540	10.5000
151	1	2	1	2	3	62	5	13.6400	11.5400
152	1	2	1	2	3	68	5	14.1000	12.1800
153	1	2	1	2	3	74	5	14.8140	13.4000
154	1	2	1	2	3	80	5	14.1400	13.5800
155	1	2	1	2	3	86	5	15.3375	14.1200
156	1	2	1	2	3	98	5	17.1250	17.2750
157	1	2	1	4	2	30	20	6.1974	5.5000
158	1	2	1	4	2	38	19	9.5032	7.7737
159	1	2	1	4	2	44	19	10.1226	8.2053
160	1	2	1	4	2	50	19	11.3053	9.4053

161	1	2	1	4	2	56	19	12.3263	9.9895
162	1	2	1	4	2	62	19	13.2421	10.8895
163	1	2	1	4	2	68	19	14.5263	11.6158
164	1	2	1	4	2	74	19	14.9368	12.2158
165	1	2	1	4	2	80	19	15.7421	12.4895
166	1	2	1	4	2	86	19	15.7632	13.0421
167	1	2	1	4	2	98	19	16.5947	13.6947
168	1	2	1	4	3	30	10	7.0130	6.2800
169	1	2	1	4	3	38	10	10.1040	8.7100
170	1	2	1	4	3	44	10	11.2300	9.2000
171	1	2	1	4	3	50	10	12.5550	10.2600
172	1	2	1	4	3	56	10	13.2240	10.7600
173	1	2	1	4	3	62	10	14.1100	11.7300
174	1	2	1	4	3	68	10	15.3500	12.5700
175	1	2	1	4	3	74	10	16.0000	13.3200
176	1	2	1	4	3	80	10	16.4800	13.6200
177	1	2	1	4	3	86	10	16.3333	13.9000
178	1	2	1	4	3	98	10	17.0889	13.4889
179	1	2	2	3	2	4	20	0.6045	.
180	1	2	2	3	2	10	20	0.9875	.
181	1	2	2	3	2	16	20	1.9015	2.2500
182	1	2	2	3	2	22	20	3.0710	3.1667
183	1	2	2	3	2	28	20	3.9620	3.9000
184	1	2	2	3	2	34	20	5.1190	4.9000
185	1	2	2	3	2	40	20	7.3385	5.9450
186	1	2	2	3	2	46	20	7.6790	6.4550
187	1	2	2	3	2	52	20	8.7755	8.3778
188	1	2	2	3	2	64	20	9.6940	8.2316
189	1	3	1	2	2	30	5	3.9475	2.9500
190	1	3	1	2	2	38	4	6.4000	4.1250
191	1	3	1	2	2	44	4	7.2350	5.7500
192	1	3	1	2	2	50	4	8.7175	6.8000
193	1	3	1	2	2	56	4	9.6700	8.4250
194	1	3	1	2	2	62	4	10.9000	9.3750
195	1	3	1	2	2	68	4	11.1000	9.9000
196	1	3	1	2	2	74	4	10.9050	10.2250
197	1	3	1	2	2	80	4	11.0075	10.3500
198	1	3	1	2	2	86	4	10.1925	10.7000
199	1	3	1	2	2	98	4	13.1750	10.9750
200	1	3	1	2	3	30	4	4.8125	4.1500
201	1	3	1	2	3	38	4	7.9300	6.7000
202	1	3	1	2	3	44	4	9.1350	28.0500
203	1	3	1	2	3	50	4	11.0500	9.3750
204	1	3	1	2	3	56	4	12.1250	10.1500
205	1	3	1	2	3	62	4	13.2125	10.9250
206	1	3	1	2	3	68	4	13.4450	11.7750
207	1	3	1	2	3	74	4	14.9525	13.0250
208	1	3	1	2	3	80	4	15.0300	13.2250
209	1	3	1	2	3	86	4	15.3250	13.6750
210	1	3	1	2	3	98	4	18.1250	15.7500
211	2	1	2	3	2	7	45	0.6793	.
212	2	1	2	3	2	13	15	0.8700	.
213	2	1	2	3	2	19	15	1.1480	.
214	2	1	2	3	2	25	15	1.6073	1.2500

215	2	1	2	3	2	31	15	2.0300	1.4714
216	2	1	2	3	2	37	15	3.5377	2.5800
217	2	1	2	3	2	49	15	4.6246	3.2700
218	2	2	1	1	1	9	15	0.7177	.
219	2	2	1	1	1	17	13	1.3731	.
220	2	2	1	1	1	23	13	1.6969	1.7500
221	2	2	1	1	1	29	13	2.4762	2.0636
222	2	2	1	1	1	35	13	3.2231	2.6667
223	2	2	1	1	1	41	13	4.2831	3.5231
224	2	2	1	1	1	47	13	5.4808	4.2462
225	2	2	1	1	1	53	13	6.9446	5.5154
226	2	2	1	1	1	59	13	7.5385	6.2000
227	2	2	1	1	1	65	13	7.7200	6.6583
228	2	2	1	1	1	77	13	8.9350	8.7083
230	2	2	1	1	2	9	39	0.9761	.
232	2	2	1	1	2	17	33	2.4818	2.2200
234	2	2	1	1	2	23	33	3.1824	2.8267
236	2	2	1	1	2	29	33	4.5312	4.0484
238	2	2	1	1	2	35	33	6.0015	5.3094
240	2	2	1	1	2	41	33	7.3688	6.1697
242	2	2	1	1	2	47	33	9.1106	7.5333
244	2	2	1	1	2	53	33	9.6197	8.7697
246	2	2	1	1	2	59	33	10.1566	9.5094
248	2	2	1	1	2	65	33	10.3319	10.0935
250	2	2	1	1	2	77	33	11.2616	12.4323
229	2	2	1	1	2	6	5	0.4900	.
231	2	2	1	1	2	14	5	1.6340	1.7000
233	2	2	1	1	2	20	5	2.3560	2.3333
235	2	2	1	1	2	26	5	3.8740	3.0000
237	2	2	1	1	2	32	5	5.1340	4.2800
239	2	2	1	1	2	38	5	6.5700	5.3400
241	2	2	1	1	2	44	5	7.3340	6.1600
243	2	2	1	1	2	50	5	8.8300	7.5200
245	2	2	1	1	2	56	5	9.8900	8.6200
247	2	2	1	1	2	62	5	10.9880	9.3000
249	2	2	1	1	2	74	5	11.7560	11.8400
252	2	2	1	1	3	9	42	0.9839	.
254	2	2	1	1	3	17	36	2.3261	2.2857
256	2	2	1	1	3	23	36	2.8094	2.7630
258	2	2	1	1	3	29	36	3.9653	3.5719
260	2	2	1	1	3	35	36	5.1039	4.4706
262	2	2	1	1	3	41	36	6.2506	5.5471
264	2	2	1	1	3	47	36	7.5394	6.6706
266	2	2	1	1	3	53	36	8.3156	7.6722
268	2	2	1	1	3	59	36	8.8575	8.2667
270	2	2	1	1	3	65	36	8.9963	8.8486
272	2	2	1	1	3	77	36	10.2679	11.6000
251	2	2	1	1	3	6	4	0.5450	.
253	2	2	1	1	3	14	2	1.9650	1.7000
255	2	2	1	1	3	20	2	2.7350	3.5000
257	2	2	1	1	3	26	2	4.6100	3.9000

259	2	2	1	1	3	32	2	5.5400	5.1000
261	2	2	1	1	3	38	2	7.0750	6.9000
263	2	2	1	1	3	44	2	7.8850	7.8500
265	2	2	1	1	3	50	2	10.4300	10.7000
267	2	2	1	1	3	56	2	11.3750	12.1500
269	2	2	1	1	3	62	2	9.5000	9.3000
271	2	2	1	1	3	74	2	13.7500	15.4000
273	2	2	1	3	1	6	8	0.3200	.
274	2	2	1	3	1	14	3	1.0967	.
275	2	2	1	3	1	20	3	1.3067	.
276	2	2	1	3	1	26	3	2.0800	1.6000
277	2	2	1	3	1	32	3	2.2867	2.2000
278	2	2	1	3	1	38	3	3.1967	2.1667
279	2	2	1	3	1	44	3	3.9400	2.8000
280	2	2	1	3	1	50	3	5.1767	3.8667
281	2	2	1	3	1	56	3	5.4000	4.4000
282	2	2	1	3	1	62	3	6.0167	5.2000
283	2	2	1	3	1	74	3	8.3333	7.0000
285	2	2	1	3	2	7	83	0.6139	.
287	2	2	1	3	2	14	38	1.3605	1.2667
289	2	2	1	3	2	20	38	1.7018	1.5182
291	2	2	1	3	2	26	38	2.4524	1.9308
293	2	2	1	3	2	32	38	2.9676	2.4548
295	2	2	1	3	2	38	38	3.8905	3.0053
296	2	2	1	3	2	44	38	4.5400	3.6649
298	2	2	1	3	2	50	38	5.7684	4.6568
299	2	2	1	3	2	56	38	6.8262	5.2216
300	2	2	1	3	2	62	37	8.1237	6.6457
301	2	2	1	3	2	74	38	8.4571	7.7743
284	2	2	1	3	2	6	78	0.6581	.
286	2	2	1	3	2	13	23	0.7561	.
288	2	2	1	3	2	19	23	0.8865	.
290	2	2	1	3	2	25	23	0.9461	1.1000
292	2	2	1	3	2	31	23	1.3747	1.3000
294	2	2	1	3	2	37	23	1.6107	1.6667
297	2	2	1	3	2	49	23	1.8715	2.1000
302	2	2	1	4	2	9	72	0.9343	.
303	2	2	1	4	2	17	68	2.4532	2.2058
304	2	2	1	4	2	23	68	3.3924	2.9355
305	2	2	1	4	2	29	68	4.5421	4.0437
306	2	2	1	4	2	35	68	6.0832	5.1373
307	2	2	1	4	2	41	68	7.4034	6.1632
308	2	2	1	4	2	47	68	8.5075	7.0779
309	2	2	1	4	2	53	68	9.1885	8.5397
310	2	2	1	4	2	59	68	9.6368	.
311	2	2	1	4	2	65	68	10.4306	9.6397
312	2	2	1	4	2	77	68	12.3125	11.4735
313	2	2	1	4	3	9	4	0.8650	.
314	2	2	1	4	3	17	4	1.9800	2.5000
315	2	2	1	4	3	23	4	2.9250	2.9000

316	2	2	1	4	3	29	4	3.9975	3.1750
317	2	2	1	4	3	35	4	5.6500	4.1000
318	2	2	1	4	3	41	4	7.1950	5.1000
319	2	2	1	4	3	47	4	8.4925	6.1500
320	2	2	1	4	3	53	4	9.3200	7.6250
321	2	2	1	4	3	59	4	9.7875	8.2500
322	2	2	1	4	3	65	4	10.5000	8.7750
323	2	2	1	4	3	77	4	12.3000	10.4000
324	2	2	2	3	2	4	20	0.6933	.
325	2	2	2	3	2	10	15	1.0527	.
326	2	2	2	3	2	16	15	1.6420	1.6400
327	2	2	2	3	2	22	15	2.2207	3.1667
328	2	2	2	3	2	28	15	3.2147	3.3300
329	2	2	2	3	2	34	15	4.2493	4.1000
330	2	2	2	3	2	40	15	5.6907	5.6571
331	2	2	2	3	2	46	15	6.5193	5.8533
332	2	2	2	3	2	52	15	8.3147	7.9000
333	2	2	2	3	2	64	15	9.1720	9.3000
334	2	2	2	4	2	2	18	0.5008	.
335	2	2	2	4	2	3	2	.	.
336	2	2	2	4	2	8	12	0.7625	.
337	2	2	2	4	2	14	12	1.4133	2.2000
338	2	2	2	4	2	20	12	1.7442	2.1000
339	2	2	2	4	2	26	12	2.4350	2.1556
340	2	2	2	4	2	32	12	3.1608	2.8200
341	2	2	2	4	2	38	12	4.4342	3.9583
342	2	2	2	4	2	44	12	4.8975	4.1333
343	2	2	2	4	2	50	12	7.7000	6.8083
344	2	2	2	4	2	62	12	9.5875	8.5250
345	2	2	2	4	3	8	56	0.8738	.
346	2	2	2	4	3	14	26	1.3096	.
347	2	2	2	4	3	20	26	1.7573	1.6000
348	2	2	2	4	3	26	26	2.9012	3.0667
349	2	2	2	4	3	32	26	3.4140	3.3667
350	2	2	2	4	3	38	26	.	.
351	2	2	2	4	3	50	26	.	.
352	3	3	1	1	1	32	53	2.2500	2.4154
353	3	3	1	1	1	40	47	3.3968	3.1974
354	3	3	1	1	1	46	47	3.6687	3.5462
355	3	3	1	1	1	52	47	4.4615	4.1905
356	3	3	1	1	1	58	47	5.2806	4.7400
357	3	3	1	1	1	64	47	6.0132	5.3478
358	3	3	1	1	1	70	47	6.7328	5.9745
359	3	3	1	1	1	76	47	7.3909	7.0170
360	3	3	1	1	1	82	47	7.9515	7.4891
361	3	3	1	1	1	88	47	.	.
362	3	3	1	1	1	100	47	10.5549	9.0581
363	3	3	1	1	2	32	52	2.7680	3.3038
364	3	3	1	1	2	40	45	4.2838	3.9605
365	3	3	1	1	2	46	45	4.7989	4.4535

366	3	3	1	1	2	52	45	5.9176	5.3864
367	3	3	1	1	2	58	45	6.9904	6.2886
368	3	3	1	1	2	64	45	7.9644	6.9533
369	3	3	1	1	2	70	45	8.6271	7.8667
370	3	3	1	1	2	76	45	9.1267	9.1200
371	3	3	1	1	2	82	45	9.4998	9.5200
372	3	3	1	1	2	88	45	.	.
373	3	3	1	1	2	100	45	12.1340	11.7356
374	3	3	1	4	2	32	36	5.7694	5.3706
375	3	3	1	4	2	40	34	8.6979	8.3324
376	3	3	1	4	2	46	34	9.5962	9.0618
377	3	3	1	4	2	52	34	11.7282	10.5118
378	3	3	1	4	2	58	34	12.7650	11.6000
379	3	3	1	4	2	64	34	13.7162	13.2471
380	3	3	1	4	2	70	34	14.6509	14.1059
381	3	3	1	4	2	76	34	15.4721	15.9500
382	3	3	1	4	2	82	34	15.8382	17.9088
383	3	3	1	4	2	88	34	16.6924	16.2529
384	3	3	1	4	2	100	34	16.9632	20.6735
385	3	3	1	4	3	32	4	4.4075	4.7333
386	3	3	1	4	3	40	4	7.6050	7.2250
387	3	3	1	4	3	46	4	8.3775	7.9250
388	3	3	1	4	3	52	4	10.5050	9.9750
389	3	3	1	4	3	58	4	11.6675	10.9250
390	3	3	1	4	3	64	4	12.5500	13.8500
391	3	3	1	4	3	70	4	13.7875	13.8750
392	3	3	1	4	3	76	4	14.0750	16.9000
393	3	3	1	4	3	82	4	14.5000	19.2500
394	3	3	1	4	3	88	4	.	.
395	3	3	1	4	3	100	4	15.9250	22.3000
396	3	3	2	4	2	2	22	0.5456	.
397	3	3	2	4	2	8	16	0.9969	.
398	3	3	2	4	2	14	16	2.5206	2.4091
399	3	3	2	4	2	20	16	4.0756	3.9267
400	3	3	2	4	2	26	16	6.1469	5.9867
401	3	3	2	4	2	32	16	8.4594	7.4067
402	3	3	2	4	2	38	16	10.4950	9.1200
403	3	3	2	4	2	44	16	10.5062	9.3467
404	3	3	2	4	2	50	16	.	.
405	3	3	2	4	2	62	16	12.3286	12.2286
406	3	3	2	4	3	2	4	0.4700	.
407	3	3	2	4	3	8	2	0.8500	.
408	3	3	2	4	3	14	2	1.4900	.
409	3	3	2	4	3	20	2	1.9850	2.3000
410	3	3	2	4	3	26	2	3.1750	2.8000
411	3	3	2	4	3	32	2	4.2650	3.8000
412	3	3	2	4	3	38	2	6.4700	5.3500
413	3	3	2	4	3	44	2	6.6050	5.6000
414	3	3	2	4	3	50	2	.	.
415	3	3	2	4	3	62	2	10.1500	8.5500
416	4	.	.	4	3	54	181	5.6168	3.7526
417	4	.	.	4	3	62	40	6.8478	4.7184
418	4	.	.	4	3	68	40	7.3303	4.9053

419	4	.	.	4	3	74	40	7.7860	5.3868
420	4	.	.	4	3	80	40	8.3180	5.8263
421	4	.	.	4	3	86	40	8.6855	6.1359
422	4	.	.	4	3	92	40	9.1200	6.6308
423	4	.	.	4	3	98	40	9.7165	7.1026
424	4	.	.	4	3	104	40	9.9375	7.5949
425	4	.	.	4	3	110	40	.	.
426	4	.	.	4	3	122	40	10.6175	8.9486
427	5	1	.	4	1	.	1	.	.
428	5	1	.	4	1	4	124	0.3226	.
429	5	1	.	4	1	8	31	0.5442	.
430	5	1	.	4	1	14	31	1.2274	.
431	5	1	.	4	1	20	31	1.6910	1.3375
432	5	1	.	4	1	26	31	2.8158	1.8741
433	5	1	.	4	1	32	31	3.7116	2.2903
434	5	1	.	4	1	38	31	4.9813	3.3677
435	5	1	.	4	1	44	31	5.6203	3.6774
436	5	1	.	4	1	50	31	7.0296	4.4792
437	5	1	.	4	1	62	31	7.2529	4.6000
438	5	1	.	4	2	4	25	0.3513	.
439	5	1	.	4	2	8	8	0.5212	.
440	5	1	.	4	2	14	8	1.0500	.
441	5	1	.	4	2	20	8	1.4325	.
442	5	1	.	4	2	26	8	2.5925	1.8167
443	5	1	.	4	2	32	8	3.3900	2.2375
444	5	1	.	4	2	38	8	5.2412	3.7125
445	5	1	.	4	2	44	8	5.5825	3.9000
446	5	1	.	4	2	50	8	8.7375	5.5375
447	5	1	.	4	2	62	8	8.7414	5.9143
448	5	2	.	4	1	4	150	0.3206	.
449	5	2	.	4	1	8	102	0.4089	.
450	5	2	.	4	1	14	101	0.6865	.
451	5	2	.	4	1	20	101	0.9035	.
452	5	2	.	4	1	26	101	1.2649	1.2333
453	5	2	.	4	1	32	101	1.6291	1.3760
454	5	2	.	4	1	38	101	2.3880	1.6357
455	5	2	.	4	1	44	101	2.4182	1.7597
456	5	2	.	4	1	50	101	3.2271	2.2122
457	5	2	.	4	1	62	101	3.4905	2.4310
458	5	3	.	4	1	4	149	0.2929	.
459	5	3	.	4	1	8	80	0.3423	.

CUADRO 34 CLASES Y VARIABLES USADAS EN LA PRUEBA DE DUNCAN

VARIABLE	#	CLASES
ANCHFAJA	6	1 2 3 4 6 7
SUELO	4	1 2 3 4
FISIOGR	3	1 2 3

CUADRO 35 PRUEBA DE DUNCAN PARA ANCHFAJA

GRUPO DE DUNCAN	PROMEDIO	N	ANCHFAJA
A	12.843	106	6
B	11.578	402	3
B	11.568	1634	1
C	10.816	192	2
D	9.169	280	4
E	5.886	173	7

CUADRO 36 PRUEBA DE DUNCAN PARA SUELO

GRUPO DE DUNCAN	PROMEDIO	N	SUELO
A	12.792	524	2
B	12.144	1037	4
C	9.631	1046	1
D	6.718	180	3

CUADRO 37 PRUEBA DE DUNCAN PARA FISIOGRAFIA

Duncan Grouping	Mean	N	FISIOGR
A	11.429	1836	2
B	10.345	596	3
C	9.661	355	1

Cuadro 38 Clasificación de la forma de copa (Synnott, 1979)
(Ver Figura 10 de los Anexos)

1. Círculo entero.

Aquella copa de árbol que es circular y simétrica.

2. Círculo irregular.

Aquella copa de árbol que es casi ideal. Es silviculturalmente satisfactoria, pero posee algún tipo de asimetría o muerte de algunas ramas.

3. Medio círculo.

Justo en el límite silvicultural satisfactorio; de forma asimétrica o delgada, pero capaz de mejorar si se le da mas espacio.

4. Menos que medio círculo.

Copa de árbol silviculturalmente no satisfactorio, fuerte asimetría, pocas ramas, muerte regresiva. Probablemente sobreviva.

5. Solamente pocas ramas.

Definitivamente suprimido, aquella copa de árbol degenerada o fuertemente dañada. Probablemente no es capaz de crecer.

Cuadro 39 Clasificación de fustes según la calidad de la mejor troza (Hutchinson, 1987)
(Ver Figura 9 de los Anexos)

Definición	Código
Actualmente maderable: La mejor troza en el fuste es.....1 de un tamaño adecuado para la comercialización inmediata. Es sana, recta, por lo menos de cuatro metros de largo, y con un diámetro en la punta no menor de 40 cm. Puede contener nudos comercialmente aceptables, pero ninguno con un diámetro igual o mayor a un tercio del diámetro de fuste en el punto de unión con la rama.	
Potencialmente maderable: La mejor troza en el fuste no es 2 de un tamaño adecuado para la comercialización. No obstante el fuste contiene una sección sana y recta de por lo menos cuatro metros de largo, la cual tendría mercado en el futuro. Es decir, las trozas de la clase dos son de buena calidad, pero todavía pequeñas.	
Deformada: La mejor troza en el fuste no contiene cuatro 3 metros de largo de forma recta. Fustes deformados incluyen, aquellos que son cortos, torcidos, con raíces tablares, demasiado ramificados, o con nudos grandes.	
Dañado: El daño físico en el fuste no deja ninguna posibilidad 4 para la conversión industrial de alguna troza. Los fustes de esta clase son más comunes en los bosques recién aprovechados.	
Podrida: A causa de la pudrición, el fuste no contiene una 5 porción sana y recta.	

Cuadro 40 Modificación de Clark y Clark, (1992) a la clasificación de Dawkins y Field (1978). (Ver Figura 8 y Cuadro 29 de los Anexos)

1. Iluminación de la copa.- Un índice de iluminación de la copa (modificado de Dawkins y Field, 1978) será evaluado para cada árbol. Este índice cuenta la fuente y la cantidad relativa de iluminación de copa. El índice de la iluminación de la copa tiene la gran ventaja de ser aplicada por un observador en el suelo a cualquier altura de los árboles.

En cada caso, se suman todas las aperturas del dosel visibles desde la copa de los árboles observados (para estimar el total de aperturas poco trascendentes: Rich 1988). Las copas se clasifican como estando a : Alta luz lateral: fueron expuestas al menos a una mayor apertura del dosel o a aperturas múltiples medias. Copas a baja luz lateral: fueron expuestas a no grandes o medianas aperturas. Luz lateral media: fué utilizada para clasificar situaciones intermedias.

2. Copas superiores. Se evaluaró el número de copas sobrepuestas de la copa de cada individuo. Una copa sobrepuesta fué definida como un árbol o arbusto (no liana o epífita) cuya corona en proyección vertical cubre al menos un 50 % de la proyección vertical de la copa del árbol evaluado.

3. Fase del bosque. Cada micrositio del árbol fue clasificado como (1) Fase de claro (gap) (dentro de la proyección vertical de la apertura del dosel extendiéndose a 2 m del suelo; Brokaw 1982); (2) Fase de reconstrucción (cf. Whitmore 1975; sitios con vegetación mayor a 2 m pero debajo del promedio del nivel del dosel del bosque); y (3) Fase madura (sitios con la vegetación de máxima altura, al menos igual a la altura promedio de altura del dosel del bosque circundante). Cada micrositio del árbol fue clasificado independientemente y tratado como un índice ordinal (gap = 1; reconstrucción = 2; madura = 3), y en las evaluaciones serán promediados. Los árboles que ocurren dentro de la zona de influencia de senderos fueron excluidos del análisis de distribución de micrositios de árboles. La altura se midió con regla telescópica, los diámetros con calibradores y cinta diamétrica.

Cuadro 41 Probabilidad de asociacion por la prueba de χ^2

ARBOL	FUSTE*COPA	FUSTE*LUZ	COPA*LUZ
1011	0.705	0.05	0.549
1017	0.004	0.052	0.001
10110	0.015	0.025	0.112
11128	0.634	0.313	0.156
11132	0.177	0.388	0.069
11138	0.630	0.022	0.158
11140	0.797	0.401	0.563
11124A	0.147	0.646	0.190

CUADRO 43 Localización de muestras de herbario (aus der Beek, 1990)

País	Localización	Recolector y número	Herbario	Fuente
Perú	Departamento Heráclito, Provincia Pachitea, Bosque Nacional de Iparia, largo Río Pachitea a 20 km arriba de la confluencia Río Ucayali, altura 300-400 m	J. Schunke 2810	Royal Botanic Garden New York Botanic Garden Institute of Systematic Botany, State University of Utrecht Conservatoire et Jardin Botaniques Universidad Nacional Agraria Universidad Nacional de Colombia Field Museum of Natural History	G. L. Lucas Patricia K. Holmgren J.C. Lindeman R. Spicheger Rafael Lao Gustavo Lozano C.
	Departamento Huánuco, Tingo María, km 159 carretera Huánuco Pucallpa, altitud 860 m	Burgos 36	Herbarium Chicago Natural History Museum	
	Departamento Huánuco, Tingo María Taderas situadas al NE de la Estación Experimental Agrícola de Tingo María, altitud 670 m		Herbarium Natural History Museum	
	Departamento Huánuco, Alomía Robles, Hacienda Delicias, altitud 800 m	A. Gutiérrez 98 AGR y 87 AGR	New York Botanic Garden Universidad Nacional Agraria Chicago Natural History Museum	Patricia K. Holmgren Rafael Lao
	Departamento Loreto, Provincia Requena, Ucayali, altitud 120 m	L. Bernardi	Conservatoire et Jardin Botaniques	R. Spicheger
	Departamento Loreto, Provincia Maynas, Quebrada Valentín, Río Tanuayo, altitud 120 m	A. Arostequi 146 y 98	New York Botanic Garden Universidad Nacional Agraria Field Museum of Natural History	Patricia K. Holmgren Rafael Lao
	Departamento Loreto, Provincia Maynas, Distrito Iquitos, altitud 122 m	R. Vásquez 1443	Herbarium Amazonense, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana	Franklin Ayala Flores
	Departamento Loreto, Provincia Maynas, Distrito Puerto Almendras	PA22P, s/n SF	Universidad Nacional Agraria	Rafael Lao
	Departamento Loreto, Provincia A. Amazonas, Distrito Yurimaguas	2 H 55	Universidad Nacional Agraria	Rafael Lao
	Departamento Madre de Dios, Provincia Tahuamanu, Distrito Havillae Iberia	1U94 CRK	Universidad Nacional Agraria	Rafael Lao
	Departamento Madre de Dios, Provincia Manu, Atalaya, proximidades Hacienda Amazonia, 2-3 km oeste del pueblo; altitud 700-1050 m, coordenadas 71°12'W, 12°55' S	Robin Foster y Tyana Wachter /382	Field Museum of Natural History	
	Provincia Uxampampa, Valle del Palcazu, Iscozacán, camino a Villa América, altitud 400 m	Robin Foster 4587 A	Field Museum of Natural History	
	Departamento Ucayali, Provincia C. Portillo, Distrito San Alejandro	/U SSR, 3 RPS 4 RPS, 2 RPS	Universidad Nacional Agraria	Rafael Lao

País	Localización	Recolector y número	Herbario	Fuente
	Departamento Junín, Provincia C. Portillo, Distrito Pichanaki	428 CRR	Universidad Nacional Agraria	Rafael Lao
	Departamento Tingo María, Cayumba, altitud 750 m		Universidad Nacional Agraria de La Selva	Bernardo Vargas Tito
	Departamento Tingo María, Bosque Reservado UNAS, altitud 660 m		Universidad Nacional Agraria de La Selva	Bernardo Vargas Tito
	Departamento Tingo María, Paño Acero, altitud 700 m		Universidad Nacional Agraria de La Selva	Bernardo Vargas Tito
	Departamento Tingo María, Madre Hija, altitud 600 m		Universidad Nacional Agraria de La Selva	Bernardo Vargas Tito
	Departamento Tingo María, Uchizu, altitud 550 m		Universidad Nacional Agraria de La Selva	Bernardo Vargas Tito
	Departamento Tingo María, Tocache, altitud 500 m		Universidad Nacional Agraria de La Selva	Bernardo Vargas Tito
	Departamento Pasco, Provincia Oxampa, Cabeza de Mono, Rfo Iscozacen 10 km SW de Iscozacen, Valle Palcazu, coordenadas 75°18' W 10°20' S	D. Smith P H Jaramillo 41549	Field Museum of Natural History	
	Departamento Amazonas, Jto Río Ceneza, quebrada Shimpute, altitud 240-330 m	E. Ancuash 18	Conservatoire et Jardin Botaniques Field Museum of Natural History	R. Spicneger
	Departamento San Martín, Provincia Mariscal Cáceres, Distrito Uchiza a 3-4 km de Nuevo Progreso	D.R. Simpson 839	Royal Botanic Garden New York Botanic Garden Conservatoire et Jardin Botaniques	G. Ll. Lucas Patricia K. Holmgren R. Spicneger
	Valle del Rfo Santiago a 65 km de Pingio, altitud 200 m	V. Huashikat 1499	Conservatoire et Jardin Botaniques	R. Spicneger

País	Localización	Recolector y número	Herbario	Fuente
Brasil	Manaus, Río Taruma	A. Ducke 847	Royal Botanic Gardens New York Botanic Garden Chicago Natural History Museum	G. L. Lucas Patricia K. Holmgren
	Pará, Gurupá	A. Ducke 16793	Royal Botanic Gardens Institute of Systematic Botany, State University of Utrecht	G. L. Lucas
	Pará, Oriximiná, cerca Río Trombetas	A. Ducke 10238	Royal Botanic Gardens Institute of Systematic Botany, State University of Utrecht Conservatoire et Jarden Botaniques	J.C. Lindeman
	Pará, Río Tajapurú	A. Ducke 16792	Royal Botanic Gardens New York Botanic Garden Institute of Systematic Botany, State University of Utrecht	G. L. Lucas Patricia K. Holmgren
	Sao Paulo de Olivença, Río Solimões	A. Ducke 24335	Royal Botanic Gardens New York Botanic Garden Herbarium Field Museum	J.C. Lindeman
	Sao Paulo de Olivença, ribera riachuelo Belén	B.A. Krukoff 8789	Royal Botanic Gardens New York Botanic Garden Institute of Systematic Botany, State University of Utrecht Herbarium Field Museum	G. L. Lucas Patricia K. Holmgren
	Sucre, Proyecto RADAM, sub-base de Cruzeiro do Sul-Ponto	N.A. Rosa 764	New York Botanic Garden	Patricia K. Holmgren
	Mato Grosso, Aripuana, km 238 da Br. 174 Núcleo Juina, área urbana	H.G. Silva y A. Pinheiro 4276	New York Botanic Garden	Patricia K. Holmgren
	Obidas	A. Ducke 15710	Conservatoire et Jarden Botaniques Universitad Nacional de Colombia	R. Spicheger Gustavo Lozano C.
Colombia	Comisaría del Vichada, margen izquierdo Río Vichada		Universitad Nacional de Colombia	Gustavo Lozano C.
	Departamento de Caquetá, Municipio de Paujil, Río Orteguala y Caguan		New York Botanic Garden	Patricia K. Holmgren
Ecuador	Napo, Ananga, Parque Nacional Yasuni, altitud 260-350 m, coordenadas 76°23' W, 0°31'-32' S	SEF 8949	New York Botanic Garden	Patricia K. Holmgren
	Provincia Napo, 20 km al SE de Coca, por camino de las Aucas, al sur del Río Napo, altitud 300 m, coordenadas 76°30' W, 0°30' S	David Neil 6894	Missouri Botanical Garden	David Neil
	Morona-Santiago, cerca de Shramentza, altitud 300 m, coordenadas 77°30' W, 2°50' S	Alberto Ortega 116	Missouri Botanical Garden	David Neil

ANEXOS
ALES

RENA2 (REGENERACION DE CEDRELINGA)
os de los Requisitos de Uso de la Tierra
Código RUT Nombre del RUT

Códig

ConCam	Condición de caminos
ConRaiz	Condiciones de enraizamiento
InLuz	Intensidad luz
ManBos	Manejo del Bosque
OpAp	Operaciones de aprovechamiento
OpIns	Operaciones de instalación
Zv	Zonas de vida

RENA2 (REGENERACION DE CEDRELINGA)

Definición de los TUT

Tipo de Utilización de la Tierra 'RegTor' : Regeneración de tornillo

Vida útil: 10 Tasa de interés 10 %

Insumos anuales no dependientes de los RUT, por ha :

.1 día 'Cd' : Costos administrativos

Insumos en años específicos no dependientes de los RUT, por ha:

Año No. 0:

3 hora 'CaFr' : Cargador frontal

1 día 'Cd' : Costos administrativos

4 jornal 'MoAf' : Mano de obra preparación de sitio

.3 mes 'MoDT' : Mano de obra (Dirección técnica)

20 jornal 'MoMa' : Mano de obra mantenimiento

10 jornal 'MoMo' : Mano de obra motosierrista

6 jornal 'MoPl' : Mano de obra plantación

3 jornal 'MoRe' : mano de obra reposición

10 alquiler/mes 'Moto' : Motosierra

400 planta 'Vive' : Vivero

Año No. 1:

24 jornal 'MoMa' : Mano de obra mantenimiento

Año No. 2:

16 jornal 'MoMa' : Mano de obra mantenimiento

Año No. 3:

8 jornal 'MoMa' : Mano de obra mantenimiento

Año No. 4:

8 jornal 'MoMa' : Mano de obra mantenimiento

Año No. 5:

8 jornal 'MoMa' : Mano de obra mantenimiento

Año No. 6:

8 jornal 'MoMa' : Mano de obra mantenimiento

Año No. 7:

8 jornal 'MoMa' : Mano de obra mantenimiento

Año No. 8:

8 jornal 'MoMa' : Mano de obra mantenimiento

Año No. 9:

8 jornal 'MoMa' : Mano de obra mantenimiento

Año No. 10:

8 jornal 'MoMa' : Mano de obra mantenimiento

Requisitos de Utilización de la Tierra

Requisito 'ConCam' : Condición de caminos

2 niveles de aptitud; No. del árbol de decisión 1

Insumos anuales, dependientes de los RUT, por ha: ** ninguno

Insumos en años específicos, dependientes de los RUT, por ha: ** ninguno

Requisito 'ConRaiz' : Condiciones de enraizamiento

4 niveles de aptitud; No. del árbol de decisión 2

No. de clase 1 = Gp

No. de clase 2 = Bv

No. de clase 3 = Bc

No. de clase 4 = Ap

Insumos anuales, dependientes de los RUT, por ha: ** ninguno

Insumos en años específicos, dependientes de los RUT, por ha:

Año No. 0:

1: 12; 2: 0; 3: 0; 4: 0 hora 'CaFr' : Cargador frontal

RENA2 (REGENERACION DE CEDRELINGA)

		Insumos		
Código	Insum	Nombre del Insumo	Unidades	Costo Unitario
Aserr		Aserrío	pie	0.40 \$
CaFr		Cargador frontal	hora	25.00 \$
Cd		Costos administrativos	día	30.00 \$
F1Ma		Flete madera	viaje	400.00 \$
F1F1		Flete plántones	viaje	10.00 \$
MoAf		Mano de obra preparación de si	jornal	5.00 \$
MoDT		Mano de obra (Dirección técnica)	mes	400.00 \$
MoMa		Mano de obra mantenimiento	jornal	5.00 \$
MoMo		Mano de obra motosierrista	jornal	13.00 \$
MoPl		Mano de obra plantación	jornal	5.00 \$
MoRe		mano de obra reposición	jornal	5.00 \$
Moto		Motosierra	alquiler/m	150.00 \$
Ral		Raleo	jornal	5.00 \$
TrFo		Tractor forestal	hora	50.00 \$
Vive		Vivero	planta	1.00 \$

pH	Mín (Mínimo)
Fx4-3a	Plinthic Acrisols
Acc	si (accesible) [0-1]
Dren	Regular
Fis	Ondula (Ondulado a colinoso)
Luz	D (ancho 30m) [50-68]
ManBos	30m (Fajas de enriquecimiento 30m)
S	Ap (Plinthic acrisol)
Txt	txtme (Textura media)
Zv	BhT (Bosque húmedo tropical)
pH	Mín (Mínimo)

RENA2 (REGENERACION DE CEDRELINGA)

Datos de la Unidad Cartográfica

Código UC Nombre de la UC

Código de Ca datos

Ao25-3c	Verthic Cambisols
Acc	no (no accesibles) [1-3]
Dren	Bueno
Fis	Colina (Colinoso a montañoso)
Luz	C (RN) [46-50]
ManBos	RN (Regeneración natural)
S	Bv (Verthic cambisol)
Txt	txtgr (Textura gruesa)
Zv	BhT (Bosque húmedo tropical)
pH	MÁx (Máximo)
Ap8-2a	Flinthic Gleysols
Acc	si (accesible) [0-1]
Dren	Pobre
Fis	Plano (Plano-Suave ondulado)
Luz	E (CA) [68-100]
ManBos	CA (Campo abierto)
S	Gp (Flinthic gleysol)
Txt	txtfi (textura fina)
Zv	BhT (Bosque húmedo tropical)
pH	Mín (Mínimo)
Fo6-3b	Chromic Cambisols
Acc	si (accesible) [0-1]
Dren	Regular
Fis	Ondula (Ondulado a colinoso)
Luz	A (ancho 5m) [0-31]
ManBos	5m (Fajas de enriquecimiento 5m)
S	Bc (Chromic cambisol)
Txt	txtme (Textura media)
Zv	BhT (Bosque húmedo tropical)

RENA2 (REGENERACION DE CEDRELINGA)

		Características de la Tierra		Clases	Unidades	Inferir de
Código	CaT	Nombre	CaT			Límite superior
		Código de la Cl	Nombre de la Clase			
Formula						

Zv		Zonas de vida		4
	1	BhT	Bosque húmedo tropical	
	2	BmT	Bosque muy húmedo tropical	
	3	BhMB	Bosque húmedo montano baj	
	4	BmhMB	Bosque muy húmedo montano	
pH		pH del suelo		2
	1	Mín	Mínimo	
	2	Máx	Máximo	
pp		Frecipitación		3
	1	Foca	Mínima	
	2	Mod	Moderada	
	3	Abun	Abundante	

RENA2 (REGENERACION DE CEDRELINGA)

Características de la Tierra

Código CaT Nombre CaT Clases Unidades Inferir de
 Código de la Cl Nombre de la Clase Límite superior
 Formula

Acc Accesibilidad 2 km
 1 si accesible 1
 2 no no accesibles 3

Dren Drenaje del suelo 3
 1 Pobre
 2 Regular
 3 Bueno

Fis Fisiografía 3
 1 Plano Plano-Suave ondulado
 2 Ondula Ondulado a colinoso
 3 Colina Colinoso a montañoso

IMA Incremento medio anual 4 m3
 1 Gp Incremento en plinthic G1 .05
 2 Ev Incremento en verthic Cam .07
 3 Bc Incremento en chromic Cam .19
 4 Ap Incremento en plinthic Ac .3

Luz Intensidad relativa de radiaci 5 %
 1 A ancho 5m 31
 2 B ancho 10m 46
 3 C RN 50
 4 D ancho 30m 68
 5 E CA 100

ManBos Manejo de bosques 5
 1 5m Fajas de enriquecimiento
 2 10m Fajas de enriquecimiento
 3 RN Regeneración natural
 4 30m Fajas de enriquecimiento
 5 CA Campo abierto

S Tipo de suelo 4
 1 Gp Plinthic gleysol
 2 Ev Verthic cambisol
 3 Bc Chromic cambisol
 4 Ap Plinthic acrisol

T temperatura 3 oC
 1 min mínima 15
 2 prom promedio 24.5
 3 max máxima 30

Txt Textura del suelo 3
 1 txtgr Textura gruesa
 2 txtme Textura media
 3 txtfi textura fina

RENA2 (REGENERACION DE CEDRELINGA)

Definición de los TUT

Tipo de Utilización de la Tierra 'RegFor' : Regeneración de tornillo
(...continuación)

Requisito 'InLuz' : Intensidad luz

3 niveles de aptitud; No. del árbol de decisión 3

No. de clase 1 = no apropiado

No. de clase 2 = apropiado

No. de clase 3 = optimo

Insumos anuales, dependientes de los RUT, por ha: ** ninguno

Insumos en años específicos, dependientes de los RUT, por ha: ** ninguno

4 Clases de Aptitud Física; Arbol de decisión 4

No. de clase = 'Rendimiento óptimo'

No. de clase = 'No apta actualmente'

No. de clase = 'No apta permanentemente'

RUTs que entran en el cálculo según el método de la Limitación Máxima : 1

'ConRaiz' : Condiciones de enraizamiento

Productos

Producto 'MaRo' : Madera Rolliza

1 No. de cosechas por año:

Rendimiento óptimo: 77300 pie ha-1

Arbol de decisión para el rendimiento proporcional: 5

Factores que pueden limitar el rendimiento:

'ConCam' : Condición de caminos:

1: 100 % ; 2: 90 %

'ConRaiz' : Condiciones de enraizamiento:

1: 20 % ; 2: 30 % ; 3: 100 % ; 4: 100 %

Factores que afectan el rendimiento de una manera multiplicativa:

'ConRaiz' : Condiciones de enraizamiento:

1: 20 % ; 2: 30 % ; 3: 90 % ; 4: 100 %

'InLuz' : Intensidad luz:

1: 70 % ; 2: 90 % ; 3: 100 %

Insumos relacionados con el nivel de producción, por pie del producto: ** ninguno

RENA2 (REGENERACION DE CEDRELINGA)

Arboles de decisión

No. Tipo Donde se usó

5 Rendimiento Proporcional RegTor, MaRo

> ConCam (Condición de caminos)

1 > ConRaiz (Condiciones de enraizamiento)

1 (Gp) > InLuz (Intensidad luz)

1 (no apropiado)..... : .2

2 (apropiado)..... : .3

3 (optimo)..... : .4

?..... : ?

2 (Bv) > InLuz (Intensidad luz)

1 (no apropiado)..... : .4

2 (apropiado)..... : .6

3 (optimo)..... : .8

?..... : ?

3 (Bc) > InLuz (Intensidad luz)

1 (no apropiado)..... : .7

2 (apropiado)..... : .8

3 (optimo)..... : 1

?..... : ?

4 (Ap) > InLuz (Intensidad luz)

1 (no apropiado)..... : .7

2 (apropiado)..... : .9

3 (optimo)..... : 1

?..... : ?

?..... : ?

2 > ConRaiz (Condiciones de enraizamiento)

1 (Gp) > InLuz (Intensidad luz)

1 (no apropiado)..... : .2

2 (apropiado)..... : .3

3 (optimo)..... : .4

?..... : ?

2 (Bv) > InLuz (Intensidad luz)

1 (no apropiado)..... : .4

2 (apropiado)..... : .5

3 (optimo)..... : .8

?..... : ?

3 (Bc) > InLuz (Intensidad luz)

1 (no apropiado)..... : .7

2 (apropiado)..... : .8

3 (optimo)..... : 1

?..... : ?

4 (Ap) > InLuz (Intensidad luz)

1 (no apropiado)..... : .7

2 (apropiado)..... : .9

3 (optimo)..... : 1

?..... : ?

?..... : ?

?..... : ?

RENA2 (REGENERACION DE CEDRELINGA)

Arboles de decisión

No. Tipo Donde se usó

4 Subclase Fisica RegTor

(...continuación)

1 (no apropiado) > ConCam (Condición de caminos)

1..... : 3.5

2..... : 4

?..... : ?

2 (apropiado) > ConCam (Condición de caminos)

1..... : 3

2..... : 3.5

?..... : ?

3 (optimo) > ConCam (Condición de caminos)

1..... : 2.5

2..... : 3

?..... : ?

?..... : ?

3 (Bc) > InLuz (Intensidad luz)

1 (no apropiado) > ConCam (Condición de caminos)

1..... : 1.5

2..... : 1.5

?..... : ?

2 (apropiado) > ConCam (Condición de caminos)

1..... : 1.2

2..... : 1.2

?..... : ?

3 (optimo) > ConCam (Condición de caminos)

1..... : 1

2..... : 1

?..... : ?

?..... : ?

4 (Ap) > InLuz (Intensidad luz)

1 (no apropiado) > ConCam (Condición de caminos)

1..... : 1.5

2..... : 1.5

?..... : ?

2 (apropiado) > ConCam (Condición de caminos)

1..... : 1

2..... : 1

?..... : ?

3 (optimo) > ConCam (Condición de caminos)

1..... : 1

2..... : 1

?..... : ?

?..... : ?

?..... : ?

RENA2 (REGENERACION DE CEDRELINGA)

Arboles de decisión

No. Tipo Donde se usó

- 3 Nivel de la cualidad RegTor, InLuz
- > Luz (Intensidad relativa de radiación)
 - A (ancho 5m) [30-31 %] > ManBos (Manejo de bosques)
 - 5m (Fajas de enriquecimi : 3 (optimo)
 - 10m (Fajas de enriquecimi : 1 (no apropiado)
 - RN (Regeneración natural : =2
 - 30m (Fajas de enriquecimi : =2
 - CA (Campo abierto)..... : =2
 - ?..... : ?
 - B (ancho 10m) [31-46 %] > ManBos (Manejo de bosques)
 - 5m (Fajas de enriquecimi : 1 (no apropiado)
 - 10m (Fajas de enriquecimi : 2 (apropiado)
 - RN (Regeneración natural : =1
 - 30m (Fajas de enriquecimi : =1
 - CA (Campo abierto)..... : =1
 - ?..... : ?
 - C (RN) [46-50 %] > ManBos (Manejo de bosques)
 - 5m (Fajas de enriquecimi : 1 (no apropiado)
 - 10m (Fajas de enriquecimi : =1
 - RN (Regeneración natural : 3 (optimo)
 - 30m (Fajas de enriquecimi : =1
 - CA (Campo abierto)..... : =1
 - ?..... : ?
 - D (ancho 30m) [50-68 %] > ManBos (Manejo de bosques)
 - 5m (Fajas de enriquecimi : 1 (no apropiado)
 - 10m (Fajas de enriquecimi : =1
 - RN (Regeneración natural : =1
 - 30m (Fajas de enriquecimi : 3 (optimo)
 - CA (Campo abierto)..... : =1
 - ?..... : ?
 - E (CA) [68-100 %] > ManBos (Manejo de bosques)
 - 5m (Fajas de enriquecimi : 1 (no apropiado)
 - 10m (Fajas de enriquecimi : =1
 - RN (Regeneración natural : =1
 - 30m (Fajas de enriquecimi : =1
 - CA (Campo abierto)..... : 3 (optimo)
 - ?..... : ?

- 4 Subclase Fisica RegTor
- > ConRaiz (Condiciones de enraizamiento)
 - 1 (Bp) > InLuz (Intensidad luz)
 - 1 (no apropiado) > ConCam (Condición de caminos)
 - 1..... : 4
 - 2..... : 4
 - ?..... : ?
 - 2 (apropiado) > ConCam (Condición de caminos)
 - 1..... : 4
 - 2..... : 4
 - ?..... : ?
 - 3 (optimo) > ConCam (Condición de caminos)
 - 1..... : 3.9
 - 2..... : 3.9
 - ?..... : ?
 - 2 (Bv) > InLuz (Intensidad luz)

RENA2 (REGENERACION DE CEDRELINGA)

Arboles de decisión

No. Tipo Donde se usó

1 Nivel de la cualidad RegTor,ConCam

> Acc (Accesibilidad)

si (accesible) [0-1 km] > Fis (Fisiografía)

Plano (Plano-Suave ondul : 1

Ondula (Ondulado a colin : =1

Colina (Colinoso a monta : 2

?..... : ?

no (no accesibles) [1-3 : 2

?..... : ?

2 Nivel de la cualidad RegTor,ConRaiz

> Txt (Textura del suelo)

txtgr (Textura gruesa) > Dren (Drenaje del suelo)

Fobre..... : 3 (Bc)

Regular..... : =1

Bueno..... : 2 (Bv)

?..... : ?

txtme (Textura media) > Dren (Drenaje del suelo)

Fobre..... : 3 (Bc)

Regular..... : 4 (Ap)

Bueno..... : 4 (Ap)

?..... : ?

txtfi (textura fina) > Dren (Drenaje del suelo)

Fobre..... : 1 (Gp)

Regular..... : 1 (Gp)

Bueno..... : 4 (Ap)

?..... : ?

?..... : ?