



**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
DIRECCIÓN GENERAL DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Evaluación Florístico – Forestal, de la Vegetación
Nativa presente en la plantación de Pino Caribe, de la
Universidad Simón Bolívar para futuras aplicaciones de
tratamientos silviculturales, con fines de
Restauración Ecológica Natural**

Proyecto de Trabajo de Grado presentado por El
Ingeniero José Amilcar Ruiz Pereira. Para Optar al
Titulo de Magíster Scientiarium en Ingeniería
Ambiental

Tutor: Ingeniero Rebeca Chacón.

Caracas, Octubre de 2009

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
DIRECCIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERIA AMBIENTAL

**Evaluación Florístico – Forestal, de la Vegetación Nativa
presente en la plantación de Pino Caribe, de la Universidad
Simón Bolívar para Futuras aplicaciones de Tratamientos
Silviculturales con fines de Restauración Ecológica Natural**

Autor: Amilcar Ruiz

Tutor: Ing. Rebeca Chacón

Octubre, 2009

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, tuvo como propósito evaluar el estado florístico de la vegetación nativa, la cobertura del dosel e inventario forestal, en las plantaciones de Pino Caribe, de la Universidad Simón Bolívar, para fomentar futuros tratamientos silviculturales, con miras hacia la restauración ecológica natural.

Dicho proyecto, se hizo prioritario, dado que las plantaciones de pino Caribe, presentes en la Universidad Simón Bolívar desde el año 1970, decayeron en su longevidad y desarrollo, durante los últimos 38 años, ya que se realizaron con siembras intensivas de pinos para fortalecer las áreas verdes. En tal sentido, dichas siembras no contaron con asesoramiento técnico y mucho menos con una programación y atención silvicultural, lo que ocasiono plantaciones con una densidad muy alta, en consecuencia, se creó un bosque enfermo y con densidad de combustible elevada y altamente riesgosa, muy susceptible al fuego, mortandad por competencia de nutrientes y caídas de los pinos en periodos de torrenciales lluvias. (Baruch, 2006)

En tal sentido, fue necesario, aperturar una investigación con miras a la restauración ecológica, que facilite las herramientas básicas necesarias para consolidar la plantación de pino (*Pinus caribaea*) y que ésta sea capaz de dar paso a la vegetación nativa y pueda coexistir abiertamente con todo el desarrollo de ecosistemas presentes en el lugar. Lo que se traduce en un importante rol ecológico para la protección contra la erosión, la regulación del régimen hídrico, la purificación de contaminantes atmosféricos, refugio de la fauna, recreación, educación, investigación, paisajismo y un sin fin de valores imprescindibles para el desarrollo de la vida en general en los espacios que hace vida la Universidad Simón Bolívar. Para desarrollar tal fin, se evaluó la diversidad florística y la densidad de la vegetación natural presente en una parcela de 2.400m², a partir de esta información, se evaluaron los índices de crecimiento, valor importancia y diversidad de Shannon – Wiener, Curtis y Cottam. El proceso de la información fue con el paquete estadístico Statistix Analytical Software ® versiones 8.0 y 9.0 y Minitab 15.0.

Los resultados, arrojaron sólo 3 especies importantes dentro de un total de 20 halladas, como el Laurel, Croton, Clusia entre las arbustivas y la Miconia dentro de las herbáceas, se encontró que los índices de diversidad fueron bajos $H' \leq 1$, indicando la concentración de individuos sólo en tres especies en particular, dado los factores de Luz con 33 % de transmisión arrojados en la imágenes hemisféricas, el contenido de hojarasca con 2 kg/ m² y la escasa fertilidad del suelo, demostrando la necesidad de aplicar aclareos, podas y entresacas al 50 y 70 %. Para fomentar la competencia de especies y la entrada de luz.

Descriptores: Restauración Ecológica, Pino Caribe, censos, DAP. Claros naturales.

AGRADECIMIENTO

- A Dios todo poderoso por permitirme lograr esta meta soñada.
- A la ilustre Universidad Católica Andrés Bello por ofrecerme todos los conocimientos que consagran esta etapa
- A la ilustre Universidad Simón Bolívar, por confiar en mi la oportunidad para desarrollar la investigación y aporte al mantenimiento de sus bosques
- Al personal técnico y guarda bosques de la Unidad de Planta Física Universidad Simón Bolívar por su valiosa colaboración.
- A los profesores del área de Ecología Vegetal de la Universidad Simón Bolívar, como el Doctor Zdravko Baruch y la Doctora Aniuska Kazandjian, por su apoyo en el desarrollo de la investigación.
- Al Ingeniero Rebeca Cachón por su apoyo y guía incondicional.

TABLA CONTENIDO

	Pág.
CAPITULO I	1
1. EL PROBLEMA	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.2.1 General	4
1.2.2 Específicos	4
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	5
CAPITULO II	7
2.1 MARCO TEÓRICO	7
2.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	8
2.2.1 El Enfoque de los Esfuerzos, Experiencia Internacional.	12
2.2.2 El Enfoque de los Esfuerzos, Experiencia en Venezuela	20
2.3 MARCO LEGAL	25
CAPITULO III	27
3. METODOLOGÍA	27
3.1 Consideraciones Generales	27
3.2 Diseño de la Investigación	28
3..2.1 Unidad de Muestreo	28
3.2.2 Tamaño de la unidad de Muestreo, Subdivisión de Parcelas.	31
3.2.3 Inventario Forestal de Pino Caribe	32
3.2.4 Inventario Florístico, Censo de vegetación Nativa	33

3.2.5 Aspectos Climáticos	34
3.2.6 Condiciones Físico – Químicas del Suelo	34
3.2.7 Peso seco y húmedo de la hojarasca	36
3.2.8 Determinación del nivel cobertura, de acuerdo al porcentaje de sombras de la plantación de Pino Caribe.	37
3.3 Diseño Experimental	38
3.3.1 Mediciones bajo Claros Naturales sobre la plantación de Pino Caribe.	38
3.3.2 Mediciones bajo Sombra sobre la plantación de Pino Caribe.	40
3.4 Variables	41
3.5 Técnicas e Instrumentos de recolección de información	42
3.6 Análisis e interpretación de los Datos	43
3.7 Factibilidad del Proyecto	43
CAPITULO IV	45
4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	45
4.1. Aspectos Climatológicos	46
4.1.1 Análisis con Fines de Fertilidad (Condiciones Físico-Químicas del Suelo)	49
4.1.1.1 Análisis Físicos Meses Mayo y Noviembre 2008	49
4.1.1.2 Análisis Químico Meses Mayo y Noviembre 2008	53
4.2 Medición del Contenido de Hojarasca en el Suelo	55
4.3 Determinación del nivel de cobertura, a partir de la fotografía hemisférica	58

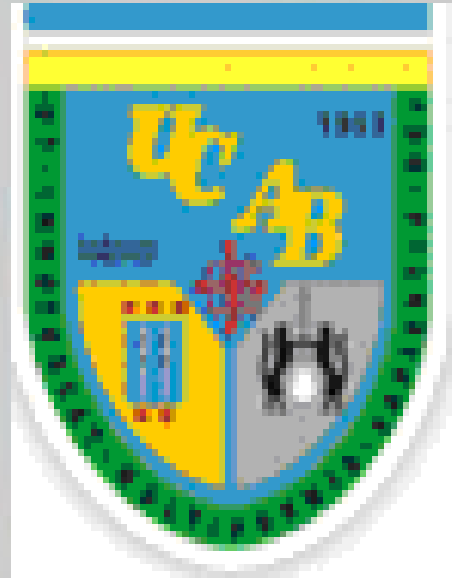
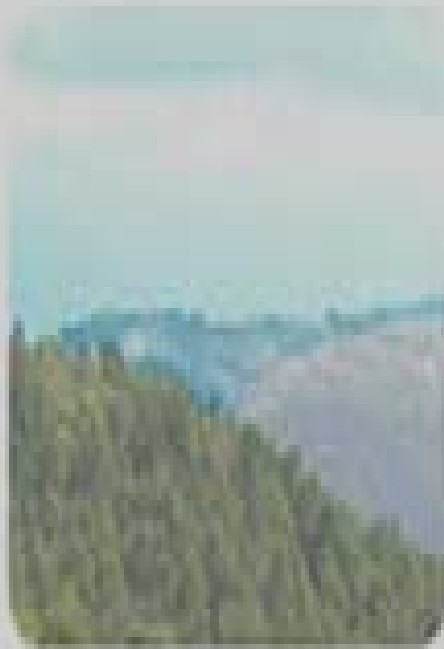
4.3.1 Niveles de Distribución de Luz en Binario (Blanco y Negro).	65
4.3.2 Determinación del Índice de Área Foliar (LAI)	67
4.4 Inventario Florístico de las Especies Nativas	69
4.4.1 Análisis de la vegetación Herbácea	81
4.5 Inventario de Pino Caribe Análisis Estadístico	85
4.5.1 Estadística descriptiva	85
4.5.1.1 Variable Altura De La Copa	87
4.5.1.2 Variable Diámetro	92
4.5.2 Análisis De Varianza (ANAVAR)	95
4.5.2.1 Hipótesis planteada	97
4.5.2.1.1 Variable Altura (m) por Parcelas	97
4.5.2.1.2 Variable Altura (m) por Clases Diamétricas	98
4.5.2.1.3 Variable Diámetro (m) por Parcelas	98
4.5.2.1.4 Variable Diámetro (m) por Clases Diamétricas	98
4.6 Análisis de la Densidad de Plantación Pino caribe	99
CAPITULO V	103
5. CONCLUSIONES	103
CAPITULO VI	106
6. RECOMENDACIONES	107
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109
ANEXOS	118
ANEXO N° 1 Cronograma	
ANEXO N° 2 Tabla de resultados especies arbóreas DAP mayores a 1cm	
ANEXO N° 3 Tabla de resultados especies herbáceas y rastreras DAP menores a 1cm	

ANEXO N° 4 Plano topográfico con ploteo de pinos

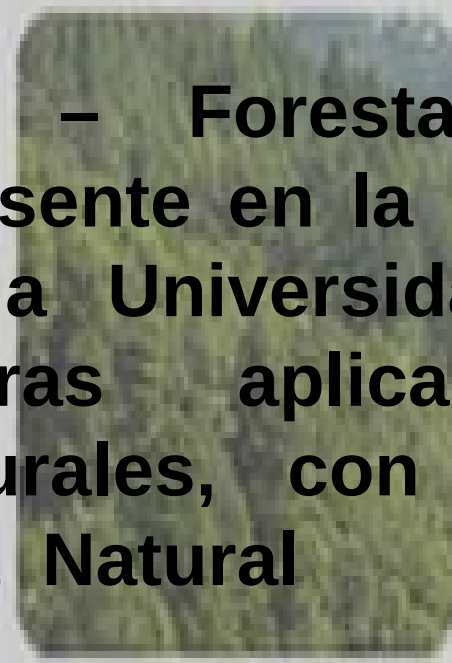
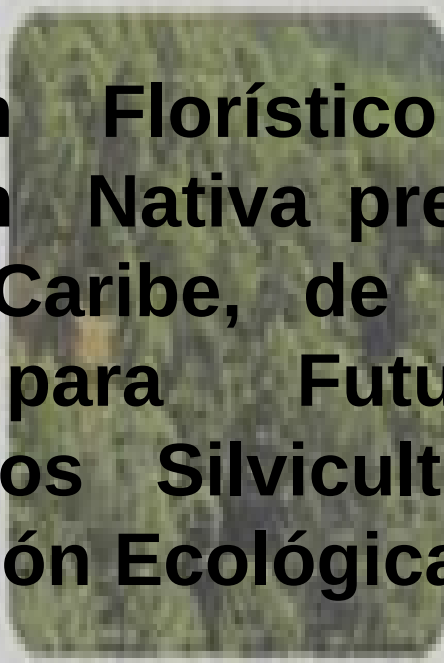
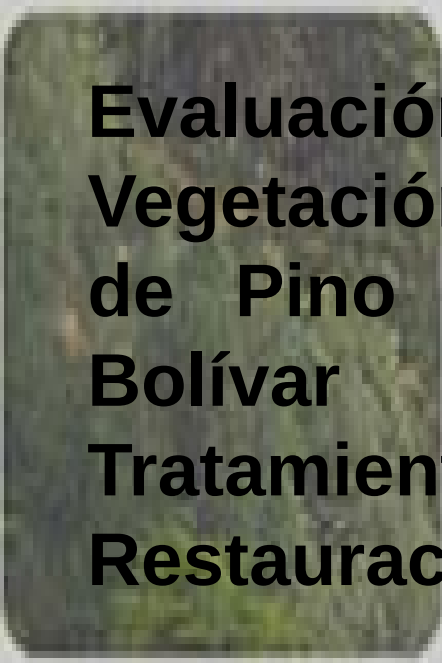
ANEXO N° 5 Plano topográfico con imagen raster

ANEXO N° 6 Resultado análisis de suelos laboratorio INIA

**ANEXO N° 7 Tabla de resultados inventario plantaciones de Pino
caribe U.S.B**



Evaluación Florístico – Forestal, de la Vegetación Nativa presente en la plantación de Pino Caribe, de la Universidad Simón Bolívar para Futuras aplicación de Tratamientos Silviculturales, con fines de Restauración Ecológica Natural



1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Universidad Simón Bolívar en el año 1970, realizó siembras intensivas de pinos, las cuales no contaron con asesoramiento técnico y mucho menos con una programación y atención silvicultural, ni dirección efectiva, lo que ocasiono siembras con una densidad muy alta, con la consecuencia natural al crecimiento de los pinos de un bosque enfermo y con una densidad de combustible elevada muy susceptibles al fuego.

Cabrera, (1980), estableció la necesidad de una poda selectiva de un 60% de los pinos del bosque, con el objetivo de sanear el mismo, la cual por razones de investigación y profundización en el tema, no se ejecutó

Por motivo de los incendios de vegetación, los bosques comenzaron a ser víctimas de ataques de incendios por su periferia, siendo el colapso en marzo de 1992 cuando un incendio de grandes proporciones ingresa por La Limonera (Fuerte Tiuna). A partir de ese momento la Dirección de Mantenimiento, hoy día Planta Física, comienza a encargarse de los Bosques (Allende, 2006)

Esto obliga por primera vez en la universidad a pensar en el bosque como una parte de su patrimonio, formulándose grandes interrogantes:

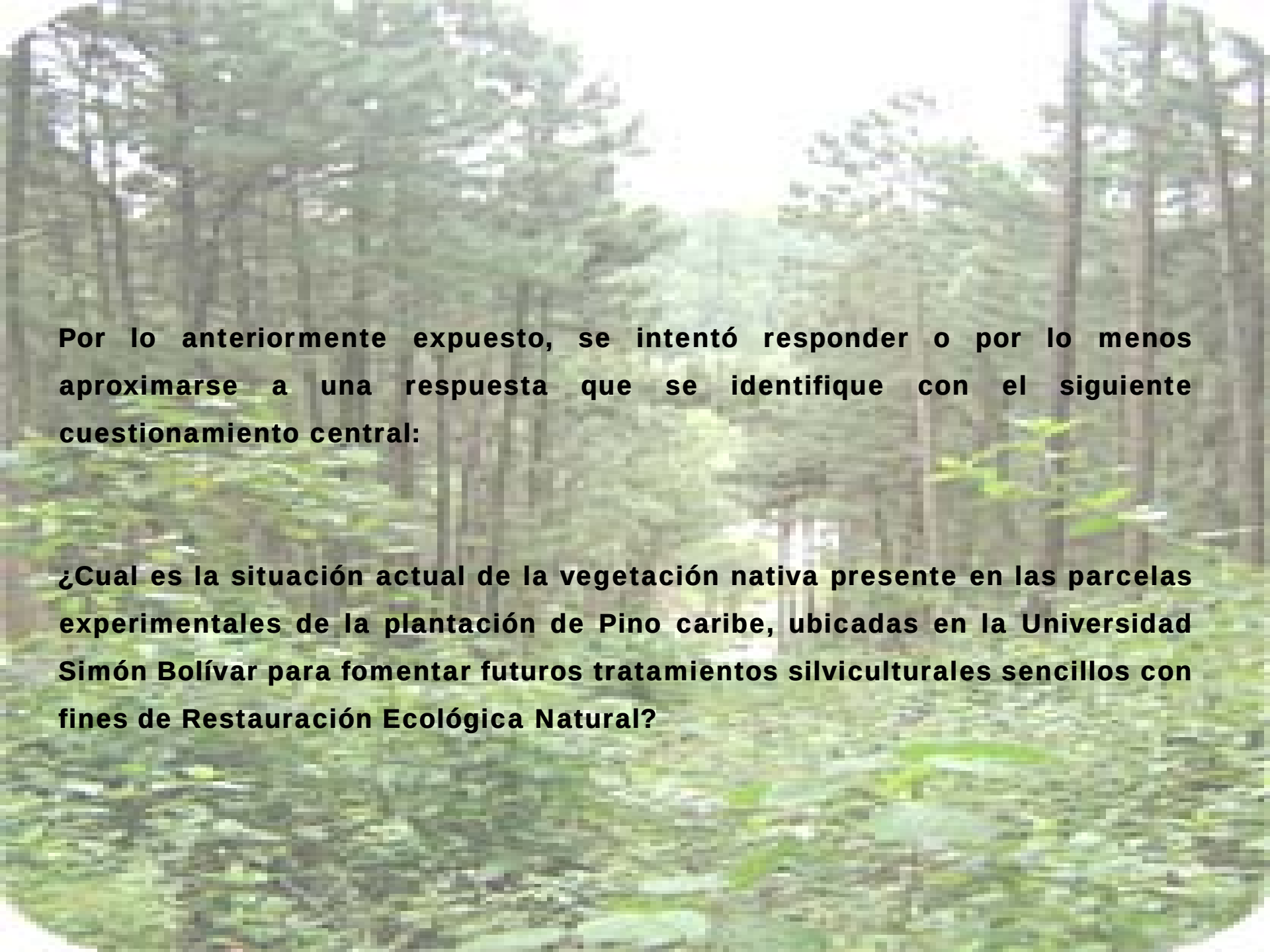
¿De quien dependen los mismos?, ¿Quien es el responsable de cuidarlos, Que debía realizarse?

En vista de la situación planteada para el momento, y que los bosques representan un pilar fundamental en lo ambiental y ecológico, tanto a nivel local como regional se consolida con vital urgencia la formulación de investigaciones sobre todo los componentes y recursos naturales, tanto de las plantaciones de pino, como del bosque nativo alrededor de la Universidad.

Fue necesario, elaborar una investigación con miras a la restauración ecológica, que facilite las herramientas básicas necesarias para consolidar la plantación de pino (*Pinus caribaea*) y que ésta a su vez, sea capaz de dar paso a la vegetación nativa y pueda coexistir abiertamente con todo el desarrollo de ecosistemas presentes en el lugar

Lo que se traduce en un importante rol ecológico para:

- La protección de los suelos contra la erosión,**
- La preservación del régimen hídrico que permita la infiltración del agua,**
- Disminuir la escorrentía y mantener los caudales base,**
- La purificación de contaminantes atmosféricos,**
- Refugio de la fauna, recreación,**
- Educación, investigación, paisajismo**



Por lo anteriormente expuesto, se intentó responder o por lo menos aproximarse a una respuesta que se identifique con el siguiente cuestionamiento central:

¿Cual es la situación actual de la vegetación nativa presente en las parcelas experimentales de la plantación de Pino caribe, ubicadas en la Universidad Simón Bolívar para fomentar futuros tratamientos silviculturales sencillos con fines de Restauración Ecológica Natural?

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

General

Evaluar la situación Actual de la vegetación Nativa presente en las parcelas experimentales de la plantación de Pino Caribe, de la Universidad Simón Bolívar para fomentar tratamientos silviculturales sencillos con fines de Restauración Ecológica Natural.

Específicos

- 1. Caracterizar el desarrollo y crecimiento de la plantación de Pino caribe, basado en las variables de diámetro y altura**
- 1. Establecer algunos indicadores del estado de regeneración del bosque estudiado, a partir de los Índices de Diversidad e Importancia de Shannon - Wiener, Curtis y Cottam**
- 2. Cuantificar la existencia de especies nativas a partir de la colonización sobre la plantación de Pino caribe**
- 3. Analizar la cobertura del dosel de la plantación de pino, a partir del empleo de fotografía hemisférica**
- 4. Analizar la influencia de la luz en los claros naturales como parámetro de crecimiento a partir de los censos de la vegetación natural y las condiciones físico químicas del suelo.**

JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Se plantea la necesidad de crear un plan maestro para el ordenamiento y planificación para los bosques naturales de la U.S.B, ya que se reconoce la necesidad de sustituir paulatinamente la plantación de pinos por otras especies en condiciones de menor densidad que es una de las aristas mas cuestionadas.

Además, se reconoce el valor del bosque nativo, con especies que pueden considerarse incluso emblemas para su mantenimiento. Se propone el potencial de los bosques de la USB como un Jardín Botánico. Aristigueta (2006).

Se podría decir, que la importancia de esta investigación radica ciertamente en la constitución de un bosque finamente asociado a la vegetación nativa del lugar, logrando consolidar el presente y promover la diversidad sobre el área.

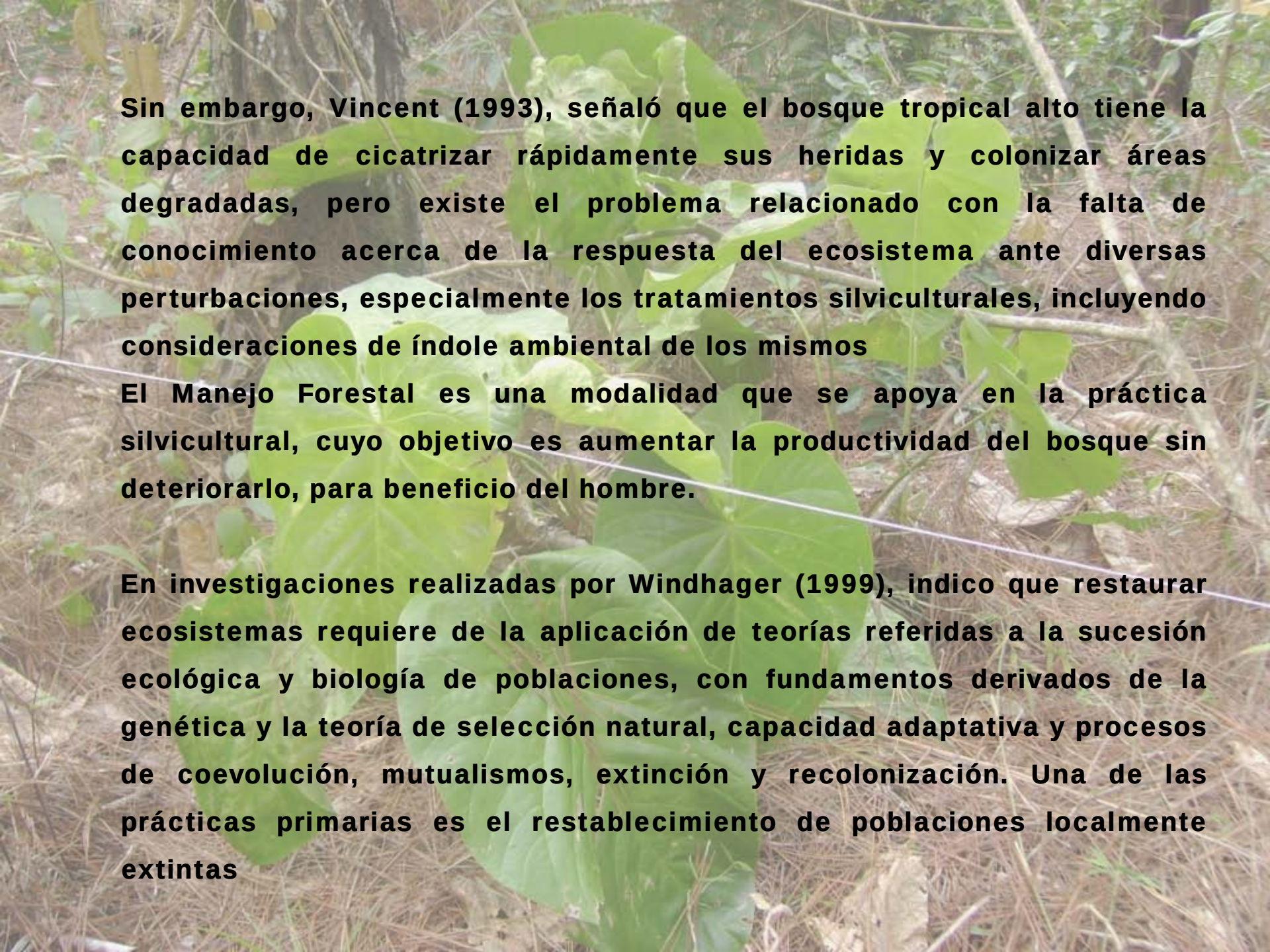
2.1 MARCO TEÓRICO

2.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Según la Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (2006), indica que la restauración ecológica es el proceso de ayudar con el restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido. Es una actividad deliberada que inicia o acelera un camino ecológico o trayectoria a través del tiempo hacia un estado de referencia.

La restauración ecológica tiene como meta un ecosistema que tiene capacidad de recuperación y que se sostiene por si solo con respecto a la estructura, composición y función de las especies, y que además, se integra en un paisaje más amplio y que apoya los medios de vida sostenibles.

Duque (1993), indicó que al comparar el crecimiento del bosque natural con el de las plantaciones, se espera que el mismo sea mejor en estas últimas "...ya que se trata generalmente de especies seleccionadas por su adaptación al ambiente y manejadas mediante un proceso de intervención humana destinado a favorecer su desarrollo..."



Sin embargo, Vincent (1993), señaló que el bosque tropical alto tiene la capacidad de cicatrizar rápidamente sus heridas y colonizar áreas degradadas, pero existe el problema relacionado con la falta de conocimiento acerca de la respuesta del ecosistema ante diversas perturbaciones, especialmente los tratamientos silviculturales, incluyendo consideraciones de índole ambiental de los mismos

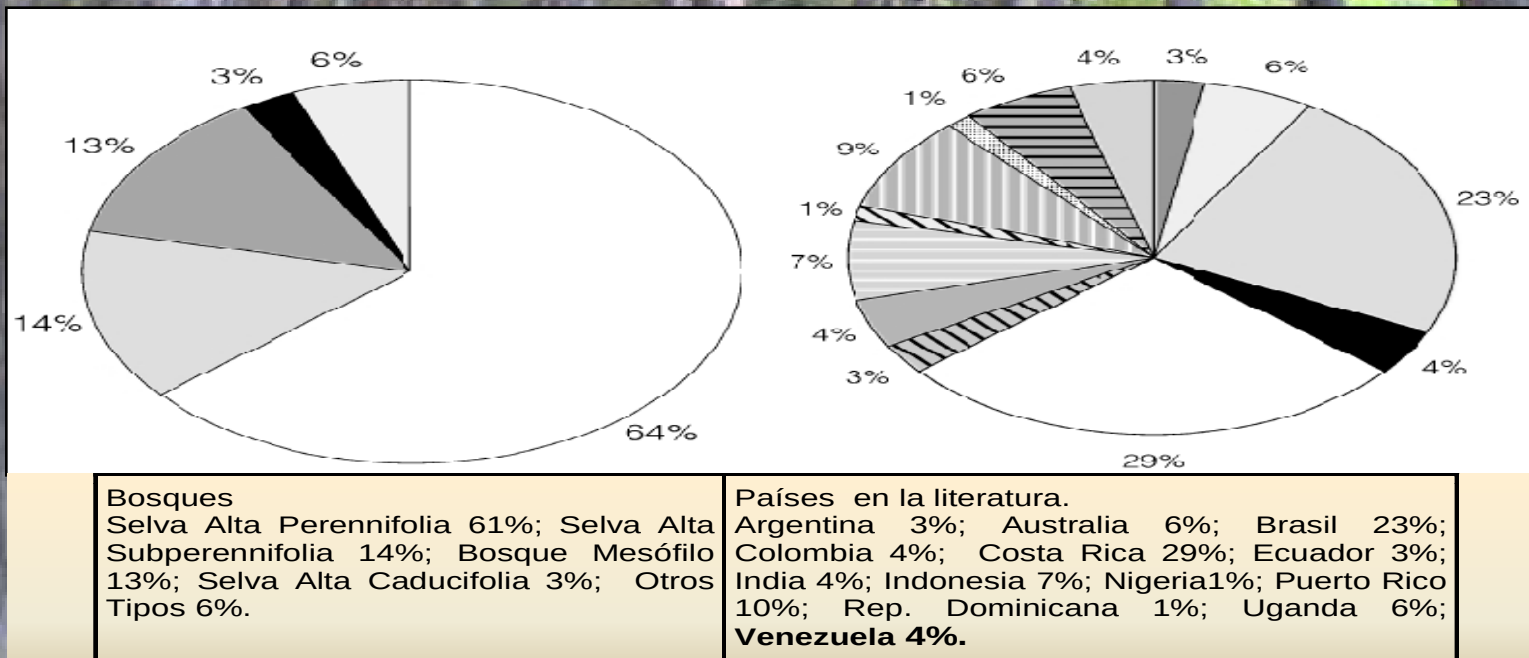
El Manejo Forestal es una modalidad que se apoya en la práctica silvicultural, cuyo objetivo es aumentar la productividad del bosque sin deteriorarlo, para beneficio del hombre.

En investigaciones realizadas por Windhager (1999), indico que restaurar ecosistemas requiere de la aplicación de teorías referidas a la sucesión ecológica y biología de poblaciones, con fundamentos derivados de la genética y la teoría de selección natural, capacidad adaptativa y procesos de coevolución, mutualismos, extinción y recolonización. Una de las prácticas primarias es el restablecimiento de poblaciones localmente extintas

2.2.1 El Enfoque de los Esfuerzos, Experiencia Internacional.

Los trabajos revisados se distribuyen en 13 países y describen 25 áreas de estudio, que representan distintos tipos de vegetación.

Figura N° 2 Distribución porcentual de los trabajos que estudian la restauración ecológica en los diferentes países y bosques tropicales. La clasificación corresponde a Rzedowski (1987).†



2.2.2 El enfoque de los esfuerzos, experiencia en Venezuela

En Venezuela, hasta los momentos, existe poca información relacionada con los procesos de restauración ecológica natural sobre plantaciones de Pino caribe. Las líneas de investigación han sido dirigidas a revisar los procesos de correlación entre plantaciones de pino y otras especies forestales, sobre la vegetación nativa de un lugar, indagando la influencia e impactos que se pudieran originar sobre el crecimiento y riqueza en las especies de los bosques primarios o de origen secundario

Acevedo 2003, investigo sobre la heterogeneidad estructural y lumínica del sotobosque de una selva nublada andina de Venezuela caracterizo el ambiente de sotobosque de esa selva, describiendo la estructura del rodal y del dosel, y la composición espectral de la luz. Las variables estructurales seleccionadas fueron: para el rodal, la densidad de árboles y el área basal de dos categorías diamétricas; para el dosel, el índice de área foliar, los porcentajes de área abierta y de área de hojas reflectoras hacia el sotobosque, apartir de fotografías hemisféricas

2.3 MARCO LEGAL

la Ley de Bosques y Gestión Forestal, Decreto N° 6.070, publicado en Gaceta N° 38.946 de fecha 5 de junio 2008. En el Título III del Patrimonio Forestal, en el Capítulo I, se define “**Bosques Nativos**”, a las formaciones boscosas, naturales, de especies autóctonas que ocupen una superficie mínima de mil metros cuadrados (1000 m²), donde la cobertura arbórea sea mayor al 10 %. La visión del decreto, es asegurar su conservación y protección donde quiera que este se localice en el territorio nacional.

en el Capítulo II sobre las Plantaciones Forestales, se persigue privilegiar su importancia y el valor ambiental, considerándolas como bosques establecidos mediante transplante o siembra de especies forestales nativas o exóticas. En efecto, el propósito es fomentar el establecimiento de plantaciones forestales, a nivel nacional, como estrategia fundamental para favorecer la recuperación de cobertura boscosa y reducir la presión sobre el bosque nativo como proveedor de bienes forestales (Artículo N° 26).

3. METODOLOGÍA

3.2 Diseño de la Investigación

Se aplicó un diseño del tipo experimental. Este tipo de diseño fue de campo y se realizó bajo las condiciones naturales de los sujetos estudiados, con una duración de seis (6) meses

3.2.1 Unidad de Muestreo

Ubicación **Figura nº 3** Plano Ubicación Político Nacional y Regional del Proyecto.

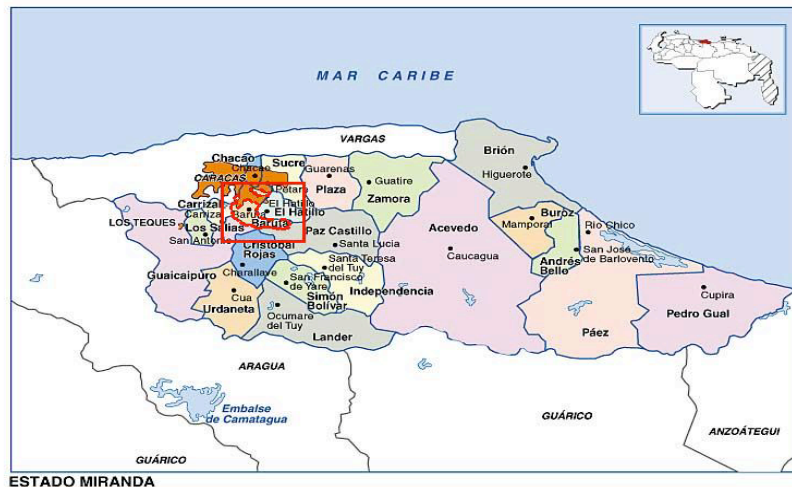
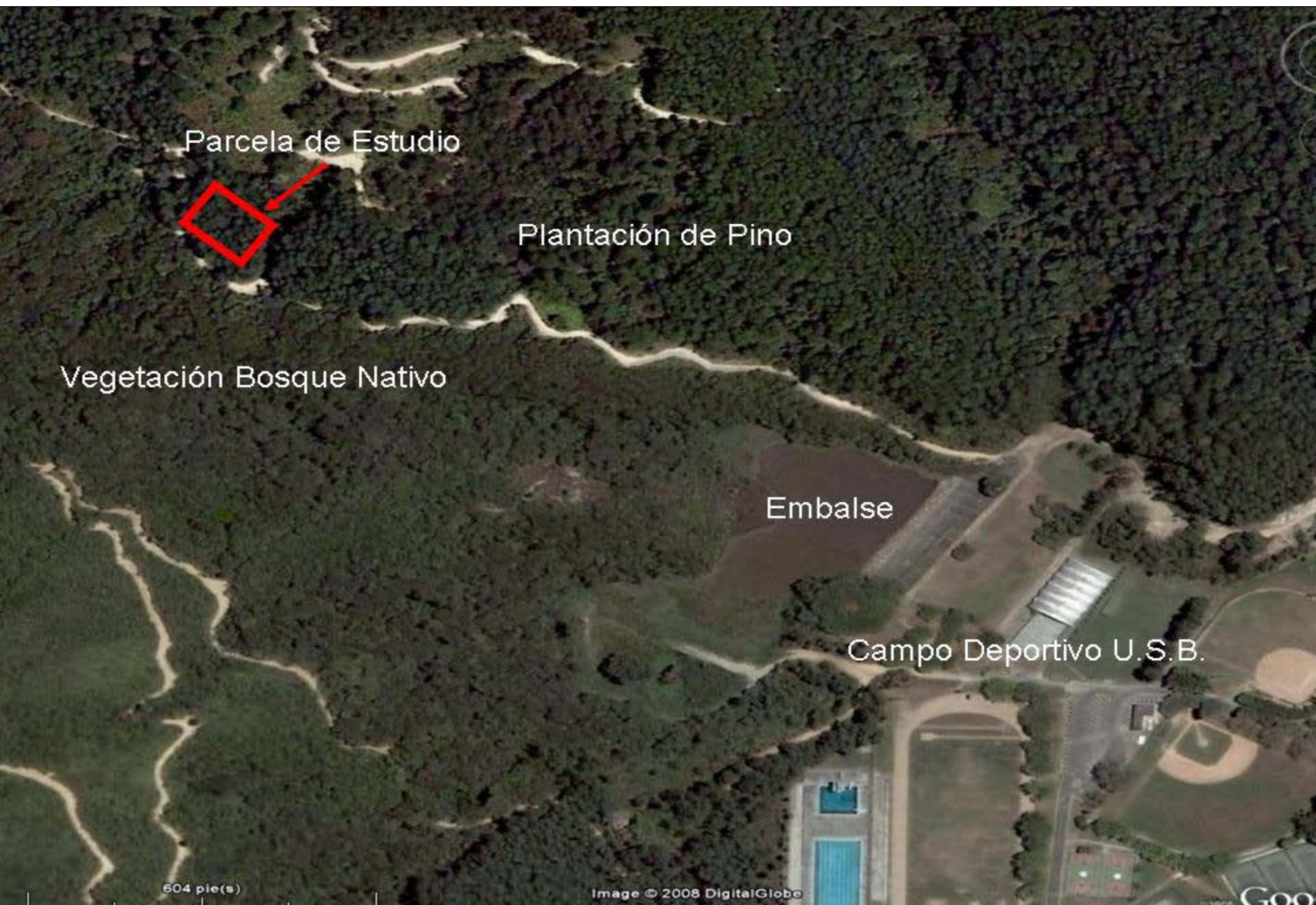


Figura N° 4. Croquis ubicación local dentro de la Universidad Simón Bolívar Sartenejas Municipio Baruta Estado Miranda



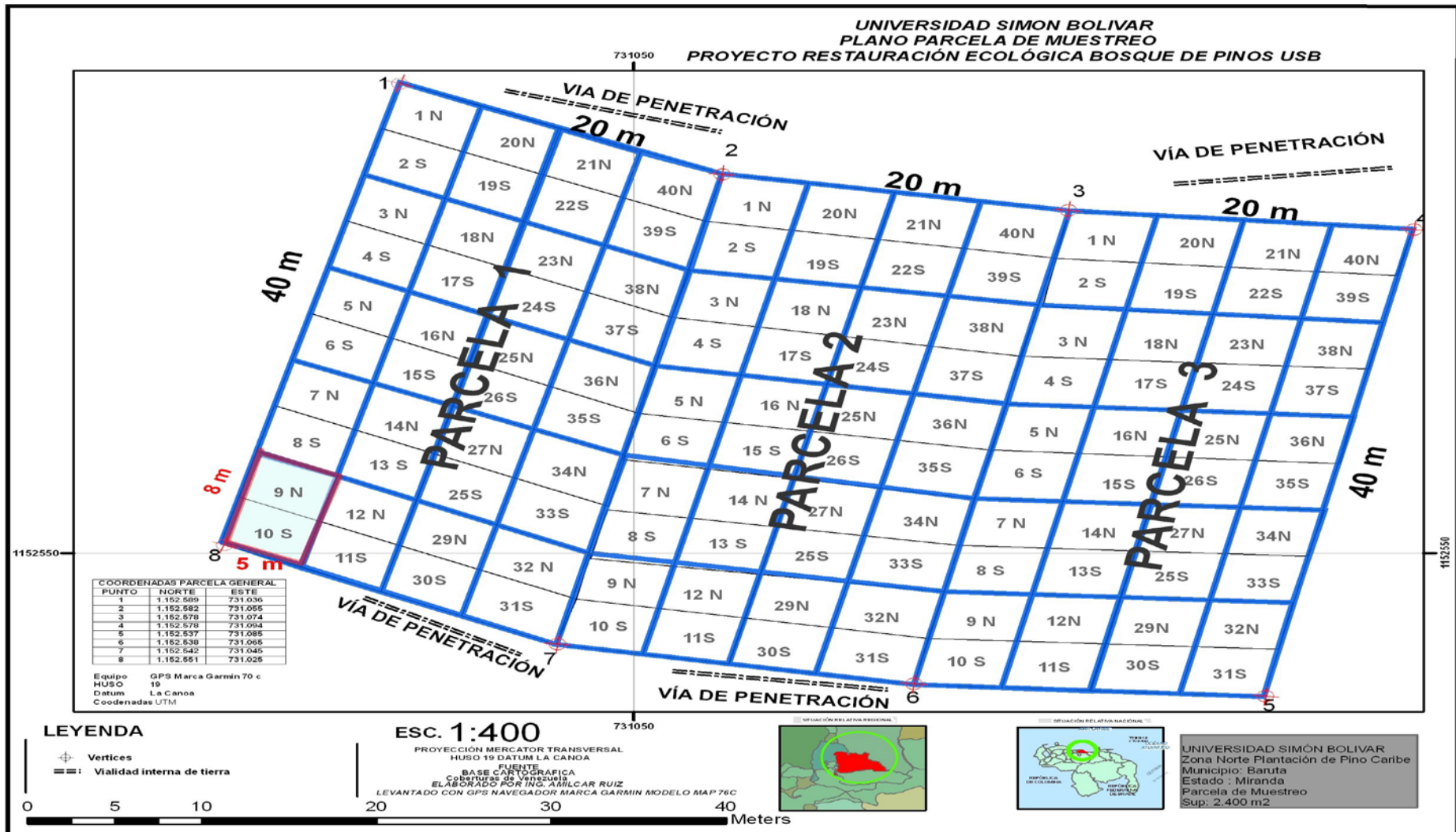
Fuente: Croquis Universidad Simón Bolívar, <http://www.usb.ve/mapa/mapa.html>

Figura nº 5 Imagen de Planta, Ubicación de la Parcela en la Plantación de Pino Caribe Zona Norte U.S.B.



3.2.2 Tamaño de la unidad de Muestreo y Subdivisión de Parcelas

Figura N° 7 Plano subdivisión de parcelas y numeración interna



Inventario Forestal de Pino caribe

- Cada pino se identificó con cinta de color y marcador indeleble, se midió su diámetro a la altura de pecho (D.A.P =1,30 m).
- El inventario se realizó en sentido perpendicular a la pendiente del lugar, orientación norte a sur, para tratar de obtener un barrido completo de cada parcela.
- Cada árbol se demarcó con cinta métrica y ploteó en un plano, a fin de obtener su ubicación geográfica a partir del uso del programa computarizado *ArGIS 9.1* ® , tal como se indicó en la figura N° 7.

Inventario Florístico, Censo de vegetación Nativa

- Se identificaron y se demarcarán cada uno de los individuos de las especies leñosas (arbustos y árboles) producto de la colonización natural. Dicha medición es similar a la del inventario forestal, Una vez identificados todos los elementos arbóreos y arbustivos presentes en el lugar, se identificaron paralelamente las especies rastreras, trepadoras, y gramíneas, en general, que están colonizando el bosque
- Para la vegetación herbácea y graminoide y las plantas leñosas, menores o mayores 1 cm. de diámetro, se midieron en 10 subparcelas de 4m x 5m a partir de un muestreo aleatorio estratificado, aplicando una intensidad de muestreo del 25 %, con 85 % de confianza.

3.2.5 Aspectos Climático

Se levantó la información concerniente a las condiciones físico natural del lugar, variables clima: humedad relativa, temperatura, precipitación y las condiciones físico químicas del suelo, a partir de estaciones meteorológicas cercanas y de proyectos paralelos del campo universitario procesados en el lugar e información procedente del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH).

3.2.6 Condiciones Físico – Químicas del Suelo

Para dicha investigación, los análisis de laboratorio, fueron procesados por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del estado Mérida (INIA). Las propiedades determinadas, fueron fundamentadas en los siguientes parámetros:

- Fertilidad (porcentajes de Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio)
- Contenido de humedad a campo, (determinado gravimétricamente sobre la base de peso seco a estufa (105°C));
- ph (H₂O), (1:1, p/p), ph (KCl), 1N (1:2,5; p/v) por determinación potenciométrica, para ver el grado de acidez o basicidad que presentaba el suelo ante la influencia de los pinos,
- Materia orgánica total (por combustión seca) y nitrógeno total (por el método de Kjeldahl), Aluminio intercambiable

Figura N° 9 Selección de Parcelas para Muestras de Suelo, a profundidades de 25 cm

	Parcela N°I				Parcela N°II				Parcela N°III			
Estrato I	1	20	21	40	1	20	21	40	1	20	21	40
	2	19	22	39	2	19	22	39	2	19	22	39
	3	18	23	38	3	18	23	38	3	18	23	38
Estrato II	4	17	24	37	4	17	24	37	4	17	24	37
	5	16	25	36	5	16	25	36	5	16	25	36
	6	15	26	35	6	15	26	35	6	15	26	35
Estrato III	7	14	27	34	7	14	27	34	7	14	27	34
	8	13	28	33	8	13	28	33	8	13	28	33
	9	12	29	32	9	12	29	32	9	12	29	32
	10	11	30	31	10	11	30	31	10	11	30	31

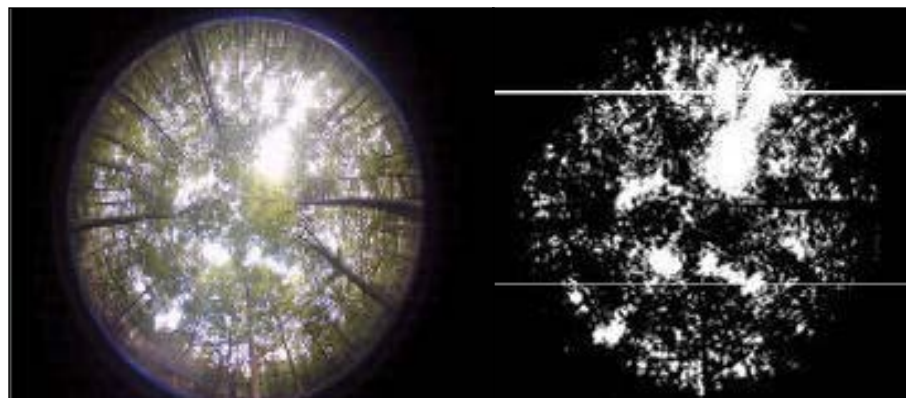
3.2.7 Peso seco y húmedo de la hojarasca

Se pesó la hojarasca acumulada en las parcelas, tomando de las subparcelas de 4 m x 5 m. Para este efecto, se utilizaron 5 subparcelas aleatorias, de cada parcela general de 800m². En cada subparcela se tomó una muestra de hojarasca, con un recipiente de forma circular, el cual presentó un diámetro de 10 cm. (0,1 m) y cuya área es 0,0079 m², los resultados se arrojan en kg/m²

3.2.8 Determinación del nivel de cobertura, de acuerdo al porcentaje de sombras de la plantación de Pino Caribe.

El nivel de cobertura, se determinó, a partir de la fotografía hemisférica (Silvano, 2006). Ésta provee de una vista hacia arriba de todo o parte del cielo. Usualmente este tipo de imágenes se obtienen con una cámara de video o fotográfica equipada con un lente hemisférico o de “ojo de pescado” (*fisheye lens*) (Figura N° 10), que se apunta hacia el cenit. La fotografía así lograda provee al investigador de un registro permanente que puede ser luego analizado para determinar qué partes del cielo son visibles y cuales están siendo obstruidas por el dosel del bosque.

Figura 10 Fotografía Hemisférica a Color y Binaria (sombras blanco y negro)



El análisis de fotografías hemisféricas se realizó con programa de análisis de imágenes el **HEMISFER**® 9.0 Software usado en la presente investigación.

3.3 Diseño Experimental

Se aplicaron mediciones en cada parcela general, las cuales fueron:

- Mediciones bajo Claros Naturales
- Mediciones bajo Sombra

Figura N° 11 Selección de parcelas a partir de muestreo aleatorio simple y estratificado

Parcela NºI					Parcela NºII					Parcela NºIII				
Estrato I	1	20	21	40	1	20	21	40	1	20	21	40		
	2	19	22	39	2	19	22	39	2	19	22	39		
	3	18	23	38	3	18	23	38	3	18	23	38		
Estrato II	4	17	24	37	4	17	24	37	4	17	24	37		
	5	16	25	36	5	16	25	36	5	16	25	36		
	6	15	26	35	6	15	26	35	6	15	26	35		
Estrato III	7	14	27	34	7	14	27	34	7	14	27	34		
	8	13	28	33	8	13	28	33	8	13	28	33		
	9	12	29	32	9	12	29	32	9	12	29	32		
	10	11	30	31	10	11	30	31	10	11	30	31		

Fuente: Elaboración propia

3.5 Técnicas e Instrumentos de recolección de información

Se utilizaron hojas de cálculo, Excel ®, para ordenar y almacenar los datos recogidos en campo, los datos a procesados, son: número de individuos, diámetro a altura de pecho (DAP), altura de fuste y altura total, y la ubicación en cuadrante de cada parcela. Para el proceso de la información se empleó el paquete estadístico Statistical Analysis System (S A S ®), con el fin de realizar los análisis de varianza correspondientes, media y desviación estándar. Los valores se plasmaron en

- Diámetro promedio (cm /año)
- Altura promedio (cm/ año)
- Área Basal / Árbol /año (m²)
- Área basal / ha / año (m²)
- Densidad (árbol / ha)
- Abundancia %
- Dominancia %

Como procedimiento para estimar la diversidad de especies de la comunidad se calculó el Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) (Magurran, 1988), comprendiendo la riqueza (S), número de especies en la comunidad y la equitatividad (J) abundancia relativa de especies, siendo:

H: - $(p_i \times \ln p_i)$ donde p_i : proporción de la especie i, J: $H/H_{\text{máx.}}$, $H_{\text{máx.}}$: $\ln S$ (Ricklefs, 1998; Hunter, 1999).

De igual manera para el Índice de Importancia (IVI) de cada especie (Curtis y Cottam, 1962), como: $IVI = A\% + D\% + F\%$ donde

A%: (abundancia absoluta / número total de individuos) $\times 100$. Abundancia absoluta: número de individuos de una misma especie dentro de la parcela en estudio,

D%: (dominancia de la especie / dominancia total) $\times 100$, dominancia de la especie: sumatoria del área basal de los individuos de la especie, donde área basal: $(CAP)^2 / 4\pi$.

CAPITULO IV

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 Aspectos Climatológicos

Grafico N° 1 Histórico de Precipitación Media anual en (mm) del año 1971 al 2006. Estación U.S.B.

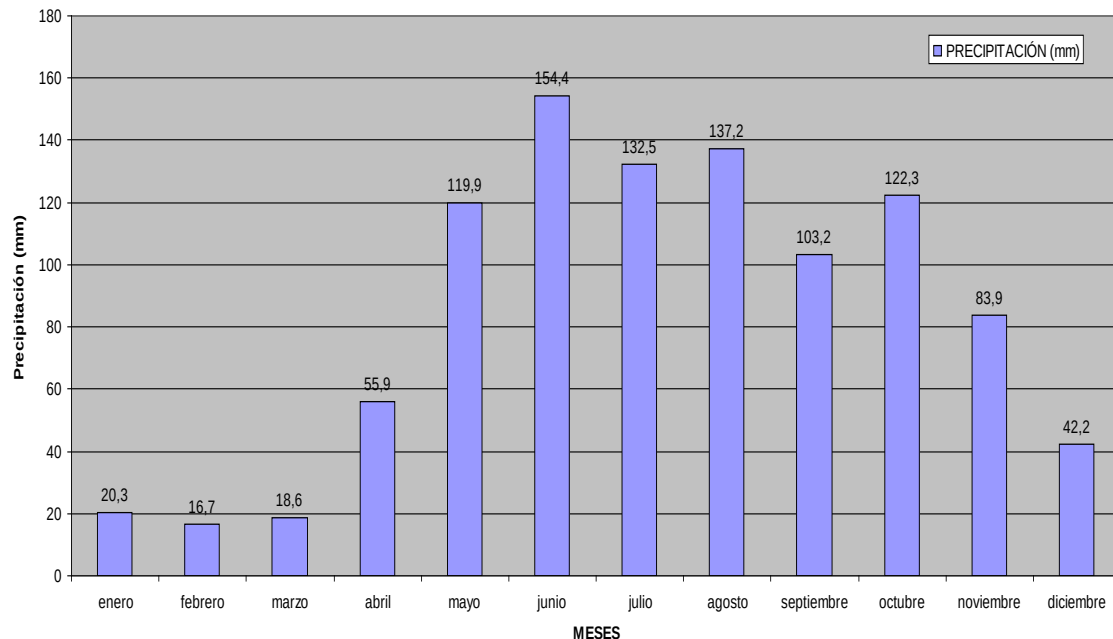


Tabla N° 6 Datos Mensuales de Precipitación en (mm)

Estación USB. Tipo PR, Serial 5057 Estado Miranda Latitud: 102507 Longitud: 665248 Altitud 1225 msnm histórico desde año 1971 al 2006.

Tabla N° 7 Registros Climatológicos Mensuales para el año 2008

Més	T	TM	Tm	SLP	H	PP	VV	V	VM	Vg	RA	SN	TS	FG
Ene	23	26	16,5	-	69,5	1,02	11,8	-	-		5	0	0	0
Feb	23	26	16,5	-	69,5	1,02	11,8	-	-		5	0	0	0
Mar	24,2	27,3	18,8	-	65	3,05	13,6	-	-		0	0	0	0
Abr	26,9	29,6	21,6	-	58,5	1,02	13,4	-	-		0	0	0	0
May	25,6	28,2	20,4	-	63,8	7,11	12,7	-	-		3	0	0	0
Jun	25,7	28,2	20,1	-	62,9	26,93	12,4	-	-		2	0	0	0
Jul	25,2	27,4	20,8	-	66,4	12,96	11,7	-	-		3	0	0	0
Ago	25,4	28,3	20	-	67	87,13	13	-	-		1	0	2	0
Sep	26,1	28,8	20,9	-	64,9	26,16	12,9	-	-		3	0	2	0
Oct	25,1	27,5	20	-	70,7	69,33	12,5	-	-		5	0	2	0
Nov	24,8	27,4	19,9	-	71,2	9,9	12,6	-	-		6	0	2	0
Dic	24	26,2	19,4	-	67,4	8,13	12,2	-	-		4	0	0	0
Media	24,9	27,58	-	-	66,4	21,15	12,55	-	-	-	3,08	0	0,67	0
Max	-	29,6	-	0	71,2	87,13	13,6	0	0	0	6	0	2	0
Min	-	-	16,5	0	58,5	1,02	11,7	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMEH, parque tecnológico Sartenejas USB Telef.

Simbología:

T Temperatura media (°C)

TM Temperatura máxima (°C)

Tm Temperatura mínima (°C)

SLP Presión atmosférica a nivel del mar (mb)

H Humedad relativa media (%)

PP Precipitación total de lluvia y/o nieve derretida (mm.)

VV Visibilidad media (Km)

V Velocidad media del viento (Km/h)

VM Velocidad máxima sostenida del viento (Km/h)

Vg Velocidad de ráfagas máximas de viento (Km/h)

RA Índica si hubo lluvia o llovizna (En la media mensual, total días que llovió)

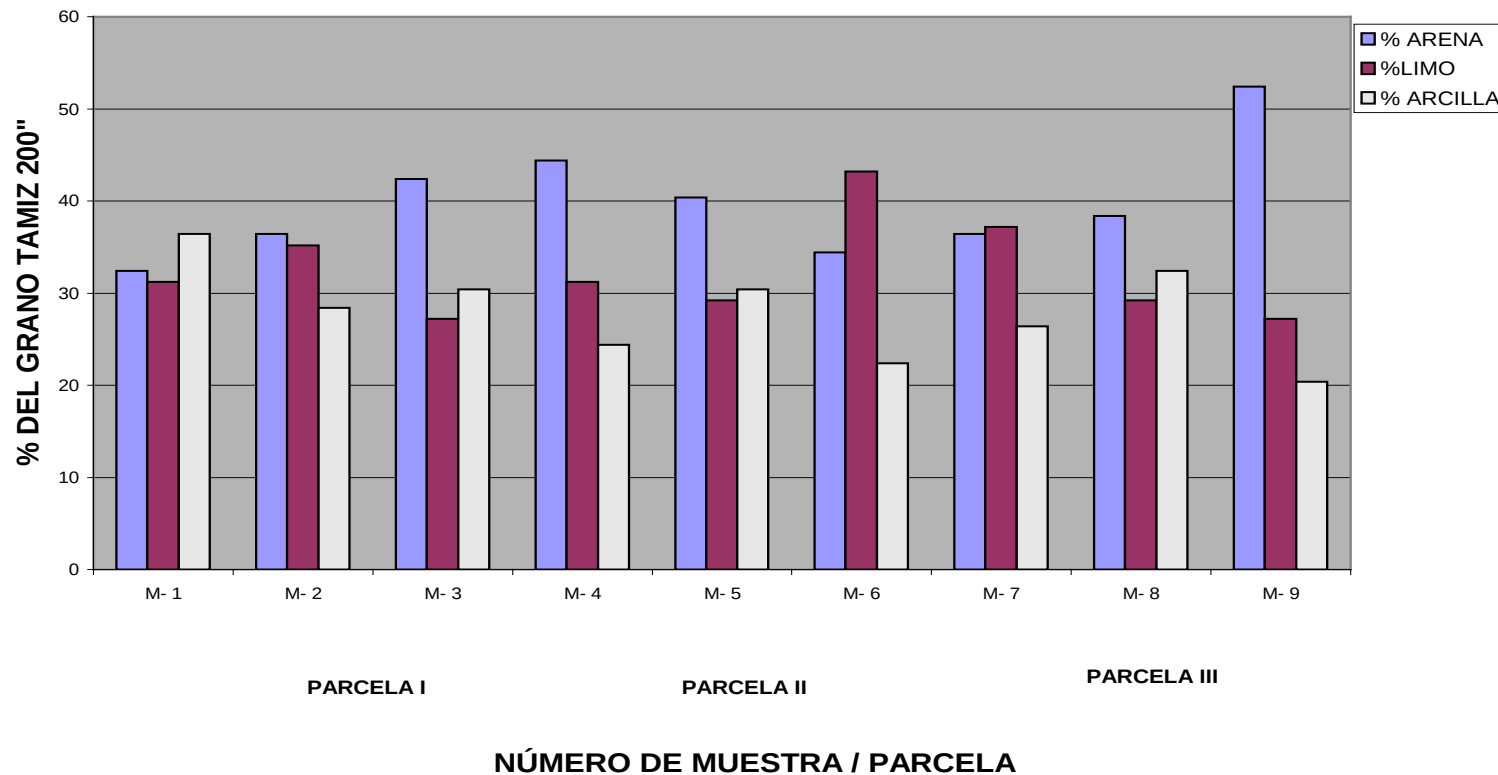
SN Índica si nevó (En la media mensual, total días que nevó)

FG Indica si hubo niebla (En la media mensual, total días con niebla)

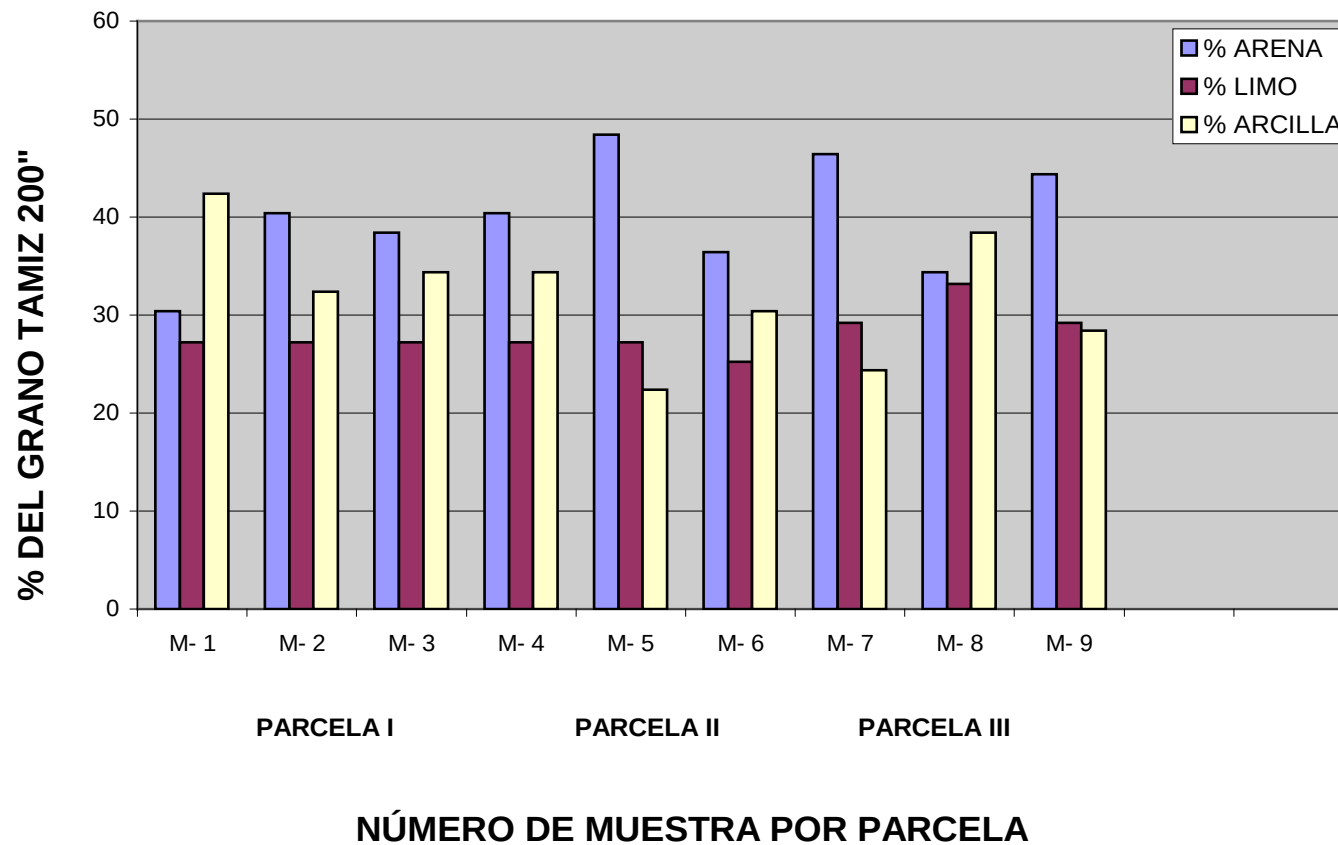
TS Indica si hubo tormenta (En la media mensual, total días con tormenta)

4.1.1 Análisis con Fines de Fertilidad (Condiciones Físico-Químicas del Suelo)

Grafico N° 2 Relación textural por parcela, capa arable del suelo (25 cm.) Mayo 2008



**Grafico N° 3 Relación Textural Por Parcela, Capa Arable Del Suelo (25 cm)
Noviembre 2008**



4.1.1.2 Análisis Químico Meses Mayo y Noviembre 2008

Grafico N° 4 Relación De Macronutrientes en (ppm) Mayo 2008

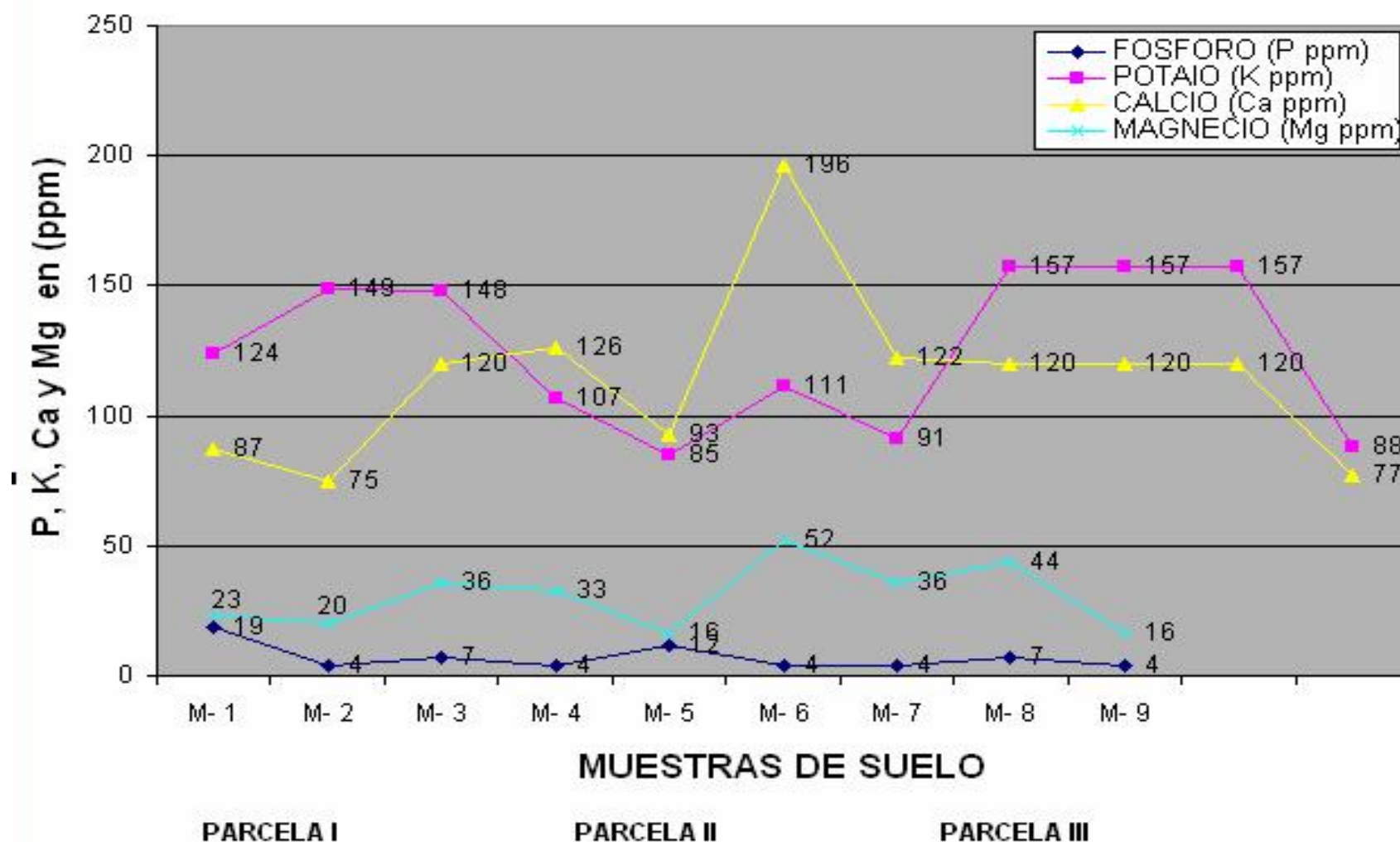


Gráfico N° 5 Relación De Macronutrientes en (ppm) Noviembre 2008

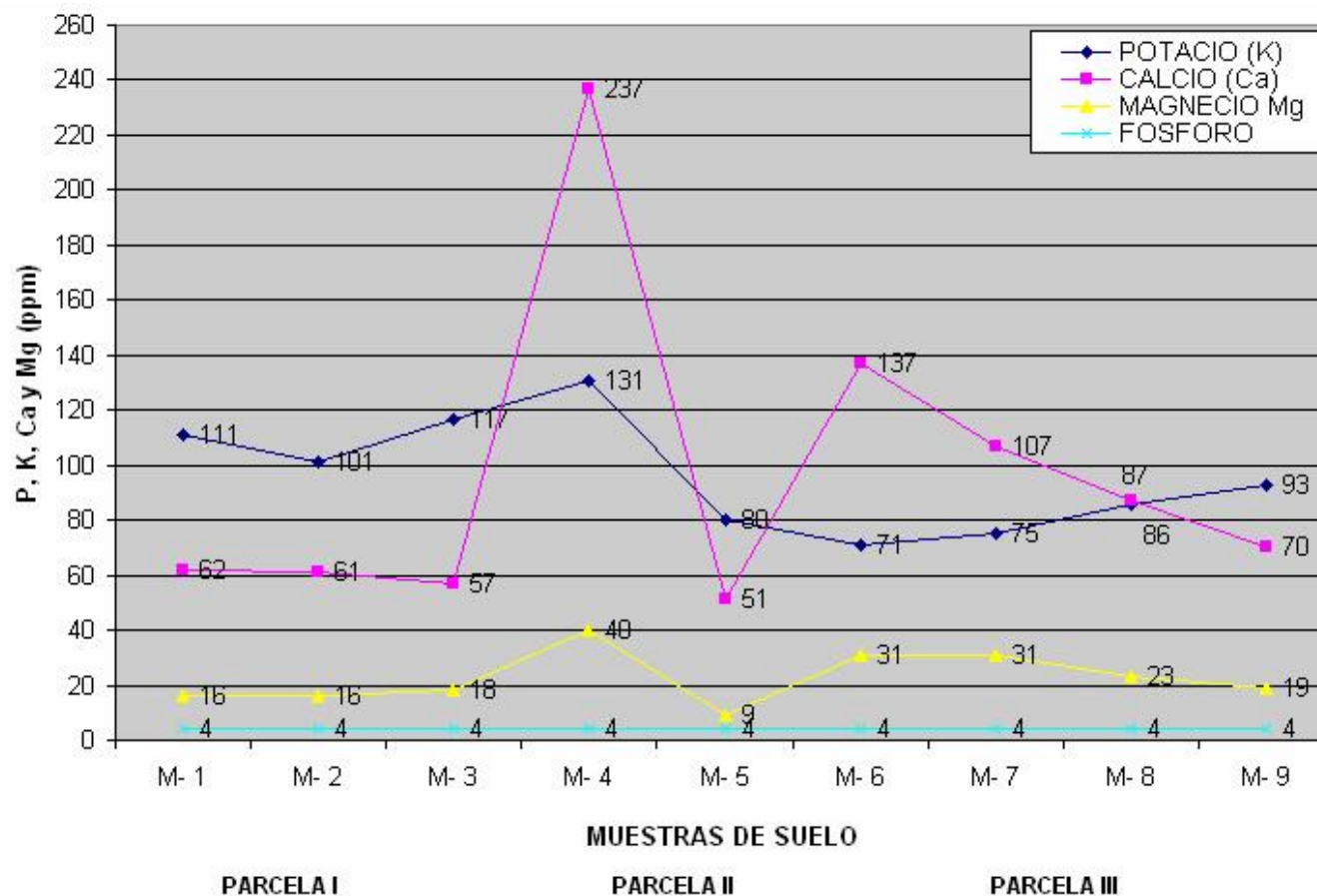


Gráfico N° 6 curvas de humedad y materia orgánica mayo y noviembre 2008



Gráfica N° 7 Curva Kilogramos de Hojarasca por Metro Cuadrado de Suelo (kg/m2)

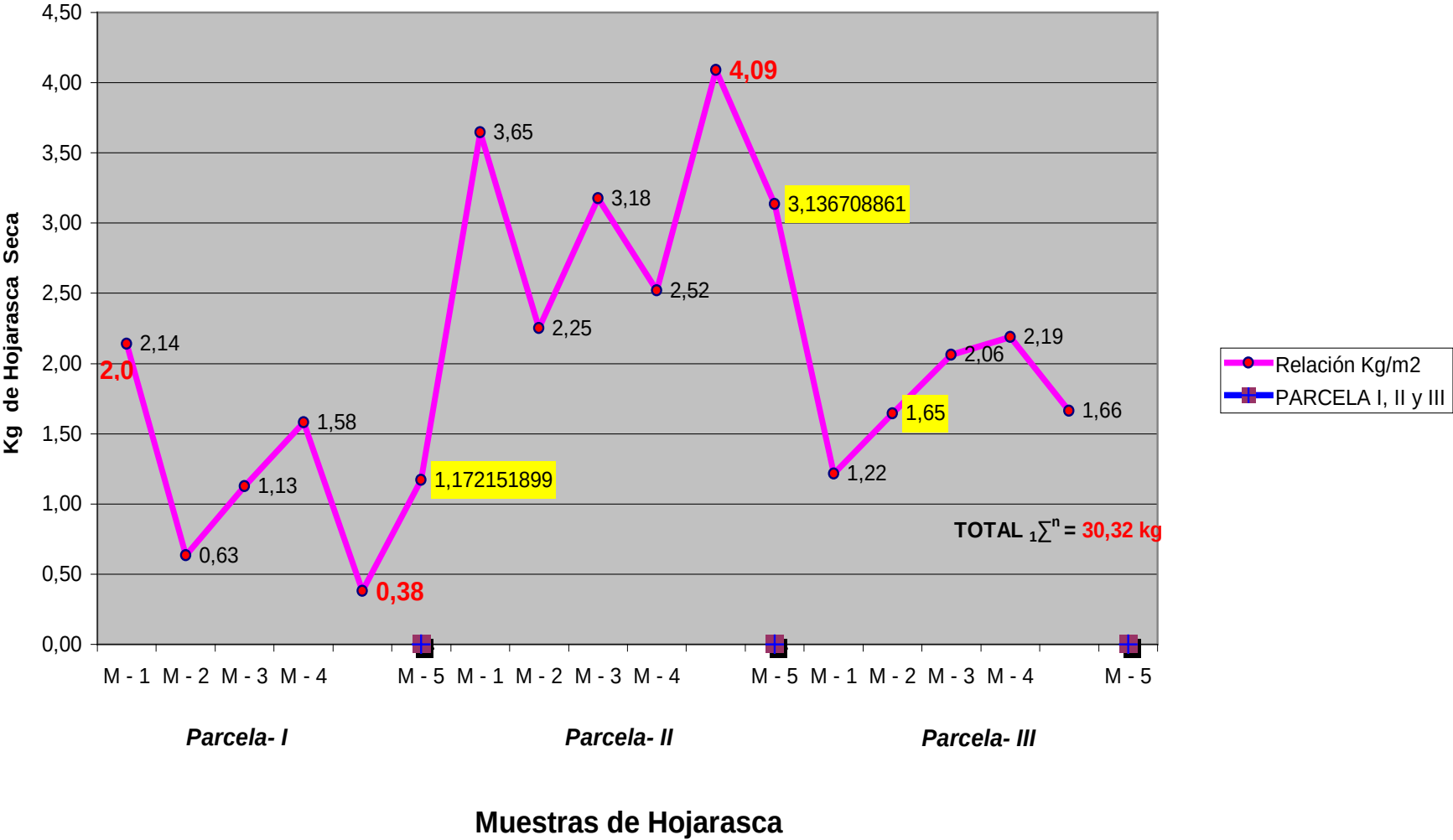


Tabla Resumen N° 11 Determinación del nivel de cobertura, a partir de la fotografía hemisférica, de acuerdo al porcentaje de sombras y de luz transmitida sobre el dosel de la plantación de Pino Caribe

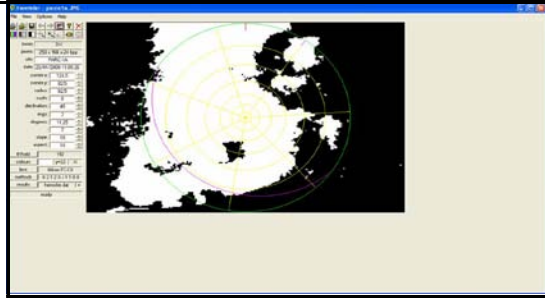
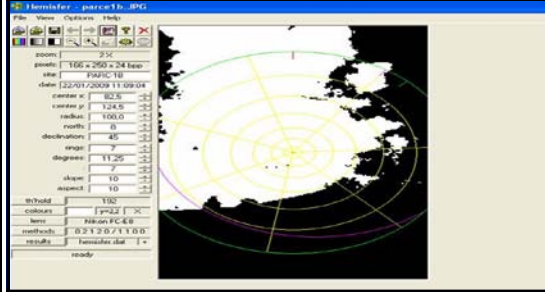
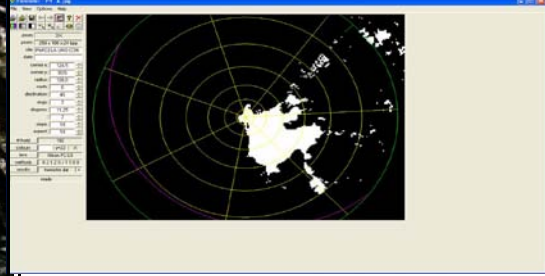
PARCELA	CODIGO	IMAGEN EN COLOR	IMAGEN EN BINARIO (Blanco y Negro)	% TRANSMISIÓN DE LUZ
P-I	P1- A			95,20%
P-I	P1- B			97,40%
P-I	P1 CLA NAT			34,50%

Tabla Resumen N° 12 Determinación del nivel de cobertura, a partir de la fotografía hemisférica

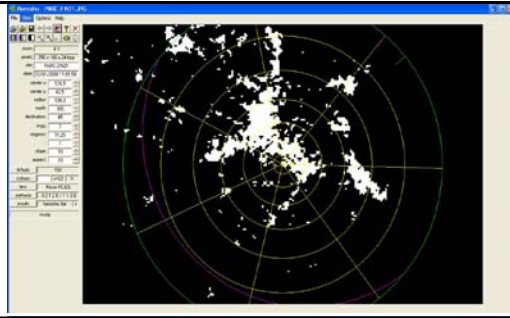
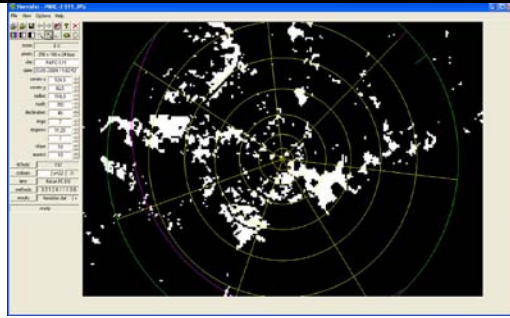
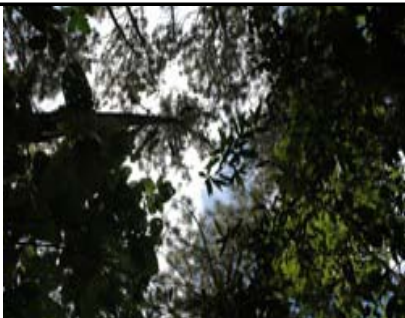
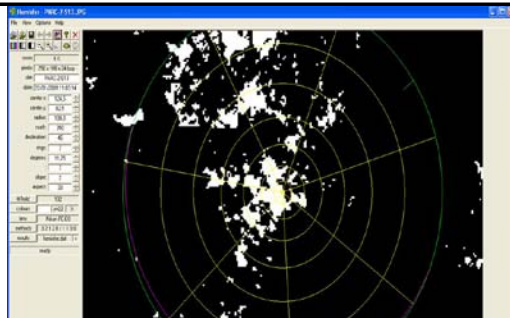
PARCELA	CODIGO	IMAGEN EN COLOR	IMAGEN EN BINARIO (Blanco y Negro)	% TRANSMISIÓN DE LUZ
P-II	P2-N21			30,40%
P-II	P2-S11			20,70%
P-II	P2-S13			31,90%

Tabla Resumen N° 13 Determinación del nivel de cobertura, a partir de la fotografía hemisférica

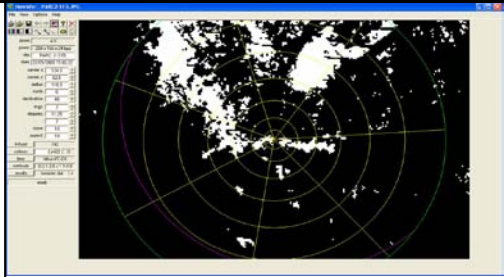
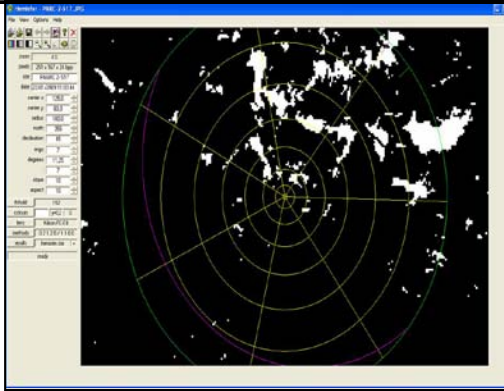
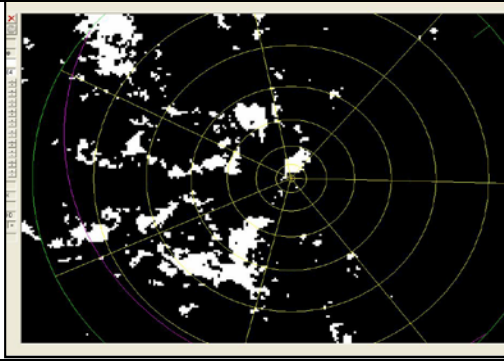
PARCELA	CODIGO	IMAGEN EN COLOR	IMAGEN EN BINARIO (Blanco y Negro)	% TRANSMICIÓN DE LUZ
P-II	P2-S15			20,50%
P-II	P2-S17			8,10%
P-II	P2-S19			12,00%

Tabla Resumen N° 14 Determinación del nivel de cobertura, a partir de la fotografía hemisférica

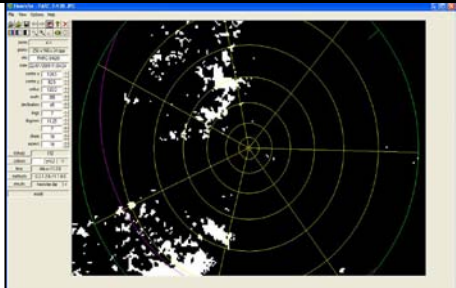
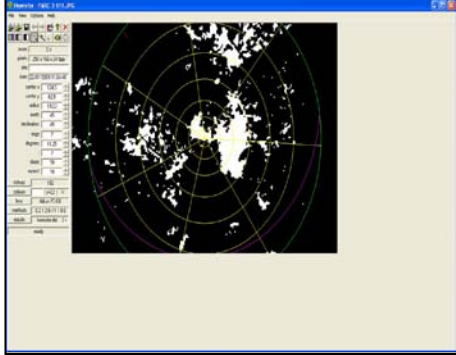
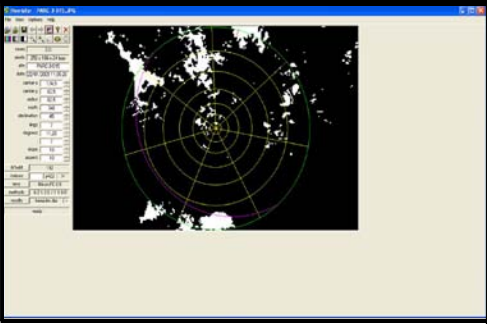
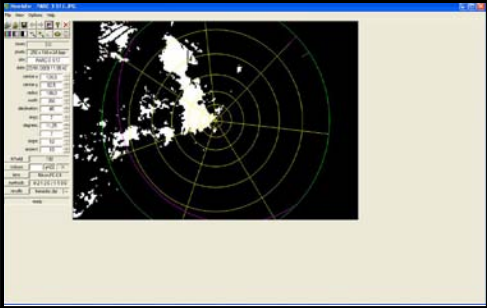
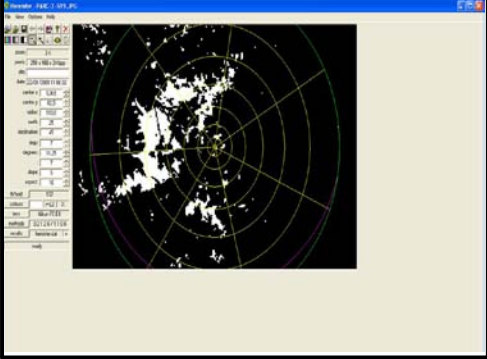
PARCELA	CODIGO	IMAGEN EN COLOR	IMAGEN EN BINARIO (Blanco y Negro)	% TRANSMISIÓN DE LUZ
P-III	P3-N20			3,40%
P-III	P3-S11			33,60%
P-III	P3-S13			32,70%

Tabla Resumen N° 15 Determinación del nivel de cobertura, a partir de la fotografía hemisférica

PARCELA	CODIGO	IMAGEN EN COLOR	IMAGEN EN BINARIO (Blanco y Negro)	% TRANSMICIÓN DE LUZ
P-III	P3-S15			6,80%
P-III	P3-S17			23,20%
P-III	P3-S19			14,20%

Gráfica N° 8 Curva de Transmisión de Luz en %

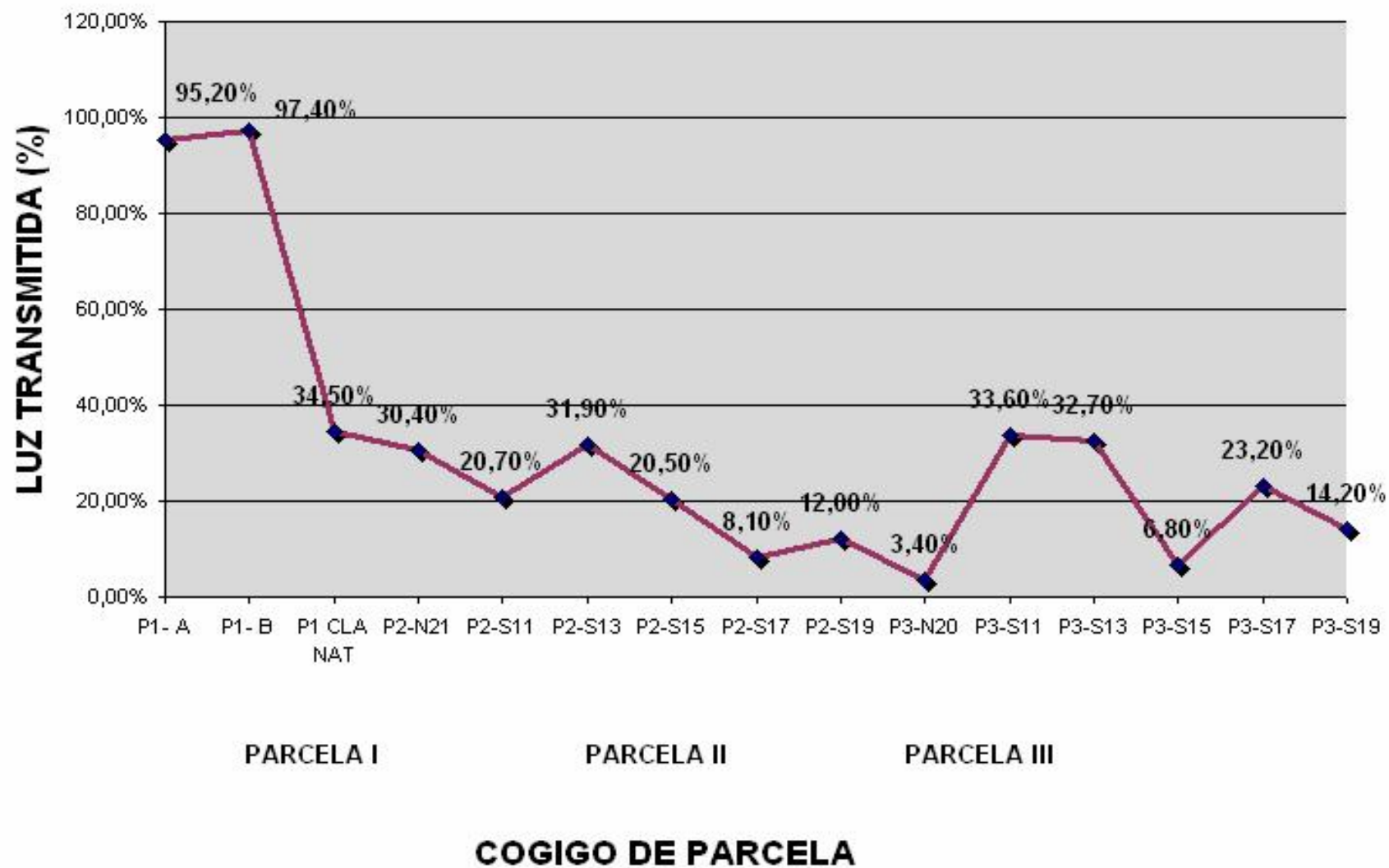
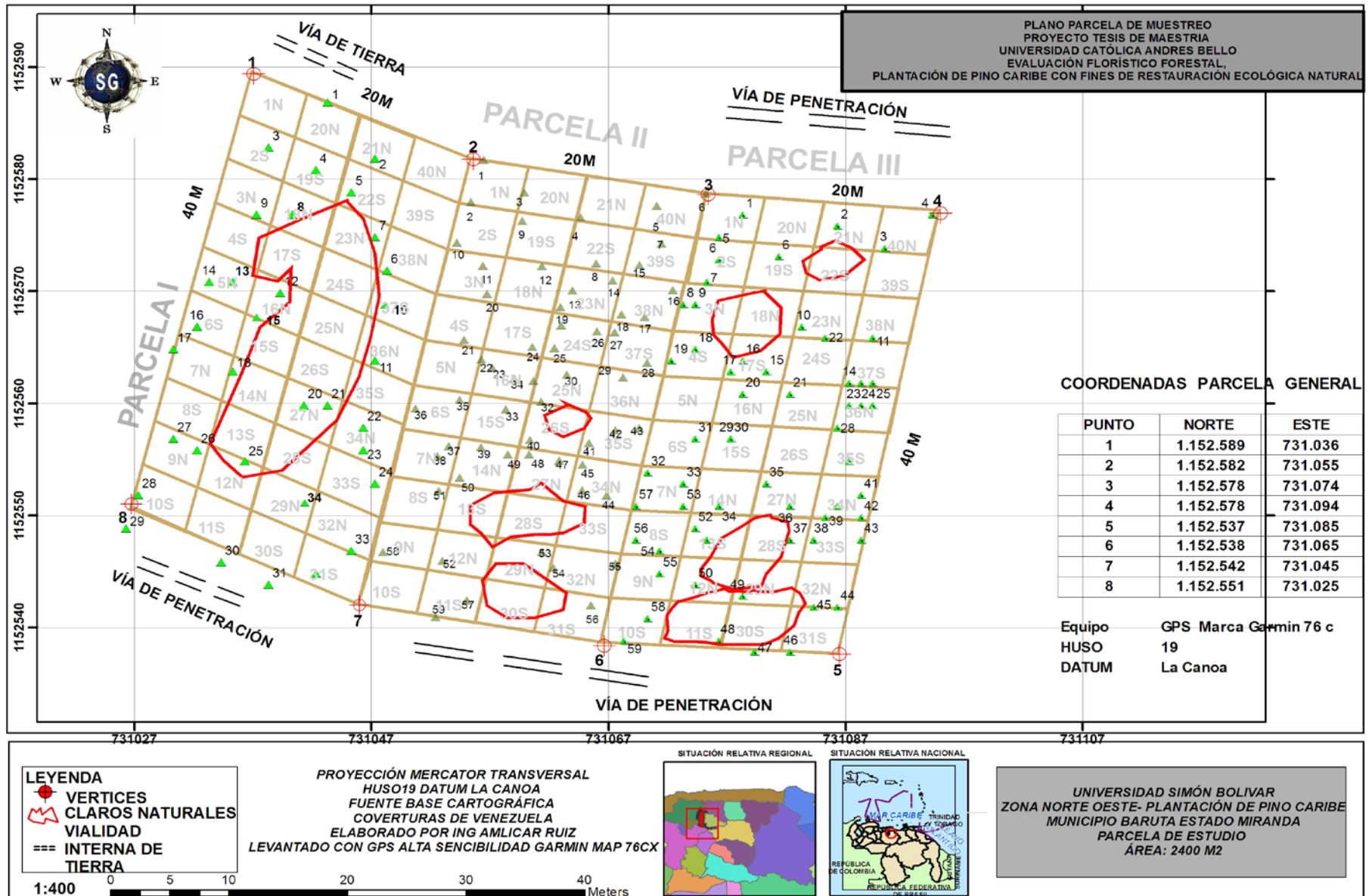
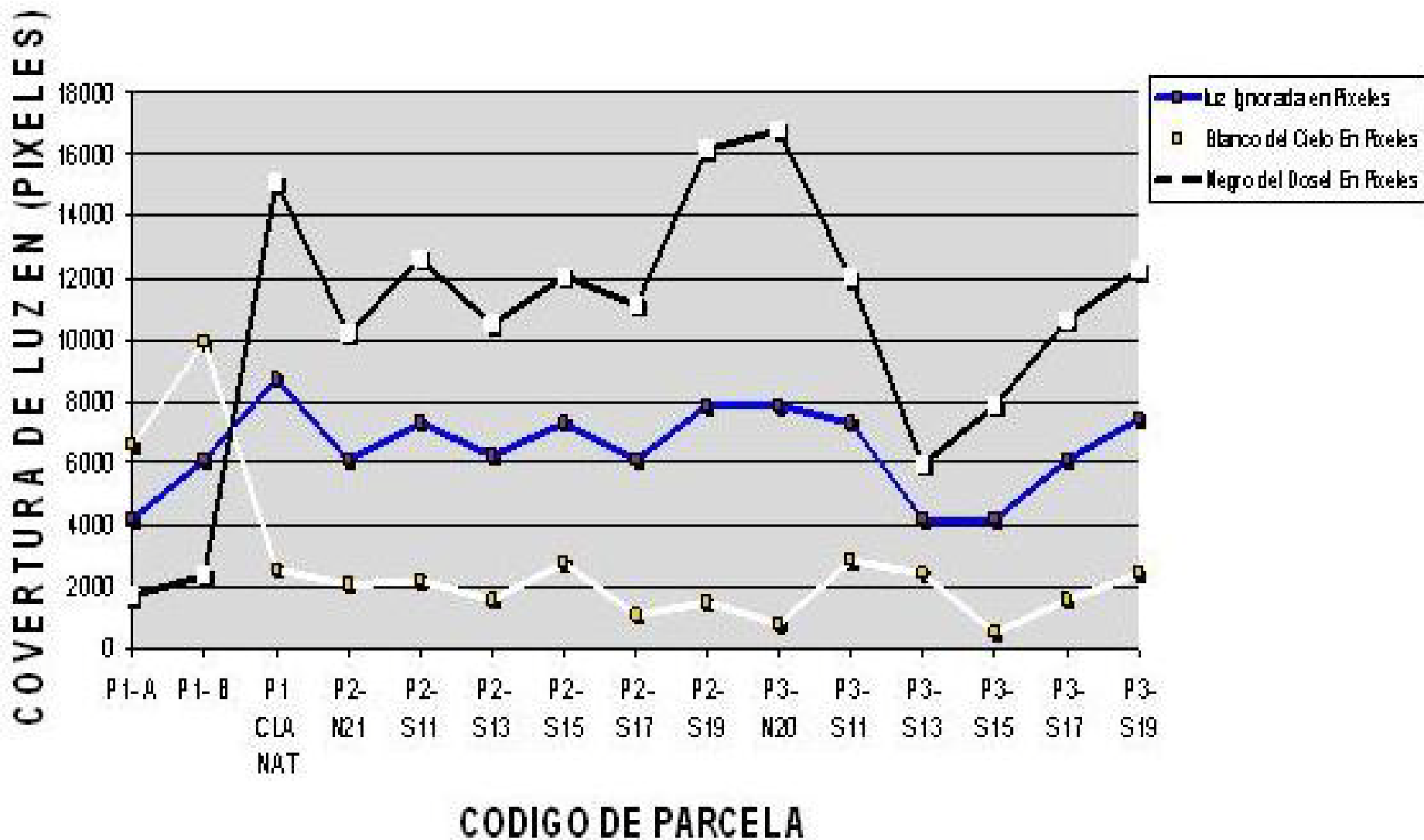


Figura N° 11 Distribución de la plantación de Pino caribe sobre las parcelas I, II, III y reflejo de los claros naturales, vistos desde Planta

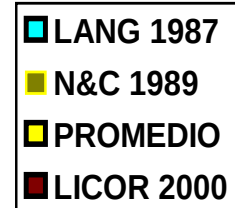
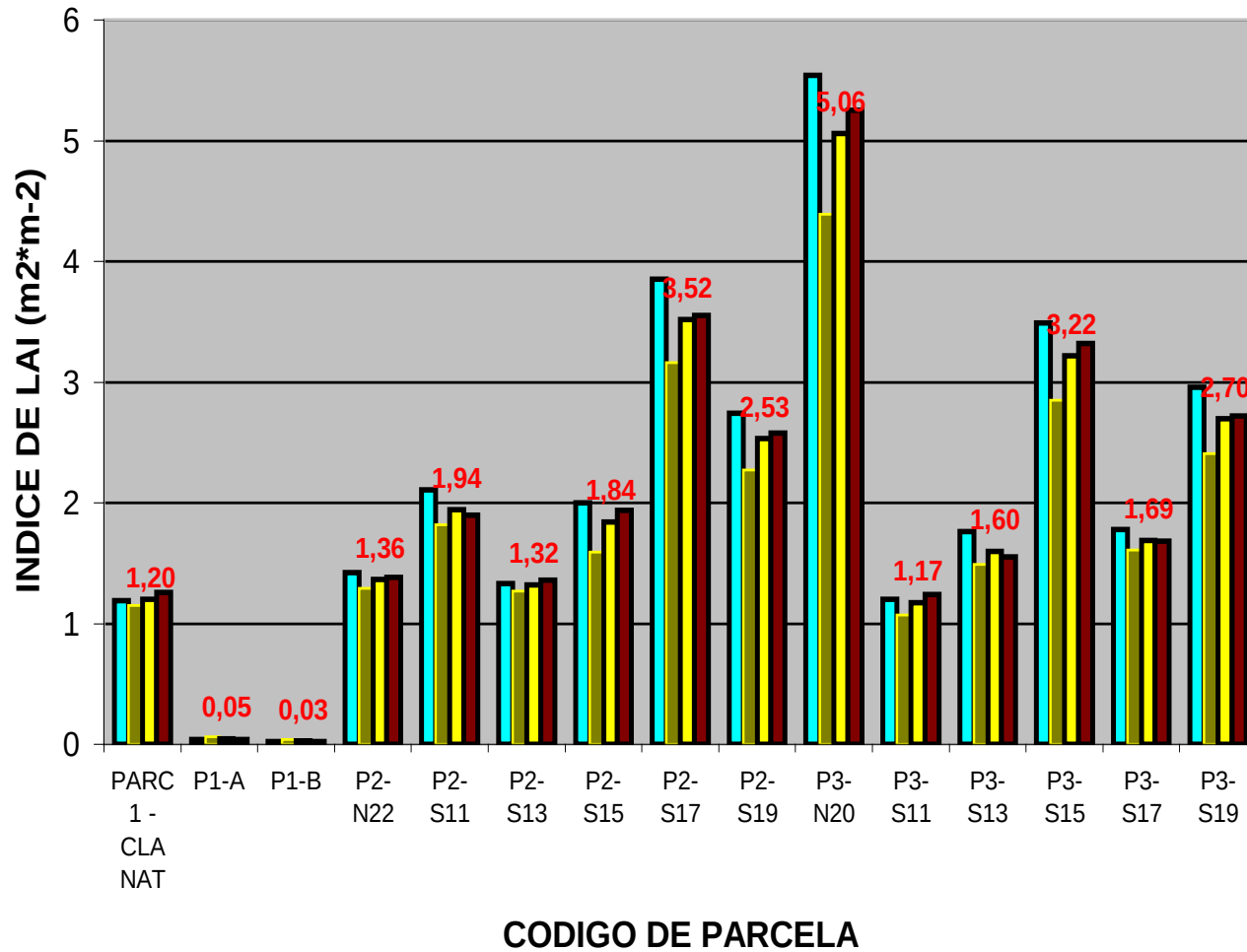


Gráfica N° 9 Niveles de Distribución de Luz en Binario (Blanco Y Negro).



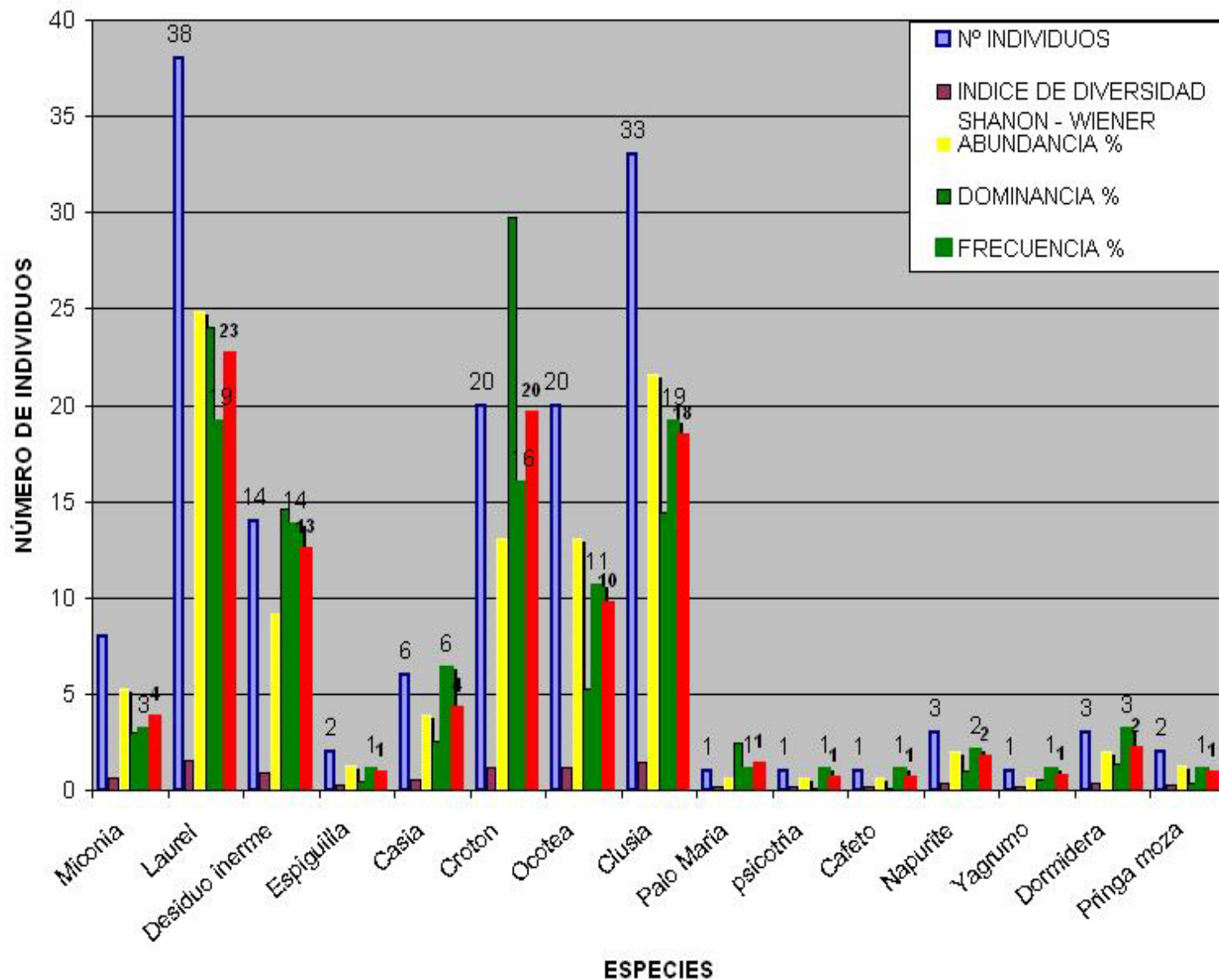
Gráfica N° 10 Índice Del Área Foliar

INDICE DE ÁREA FOLIAR (m²*m⁻²)

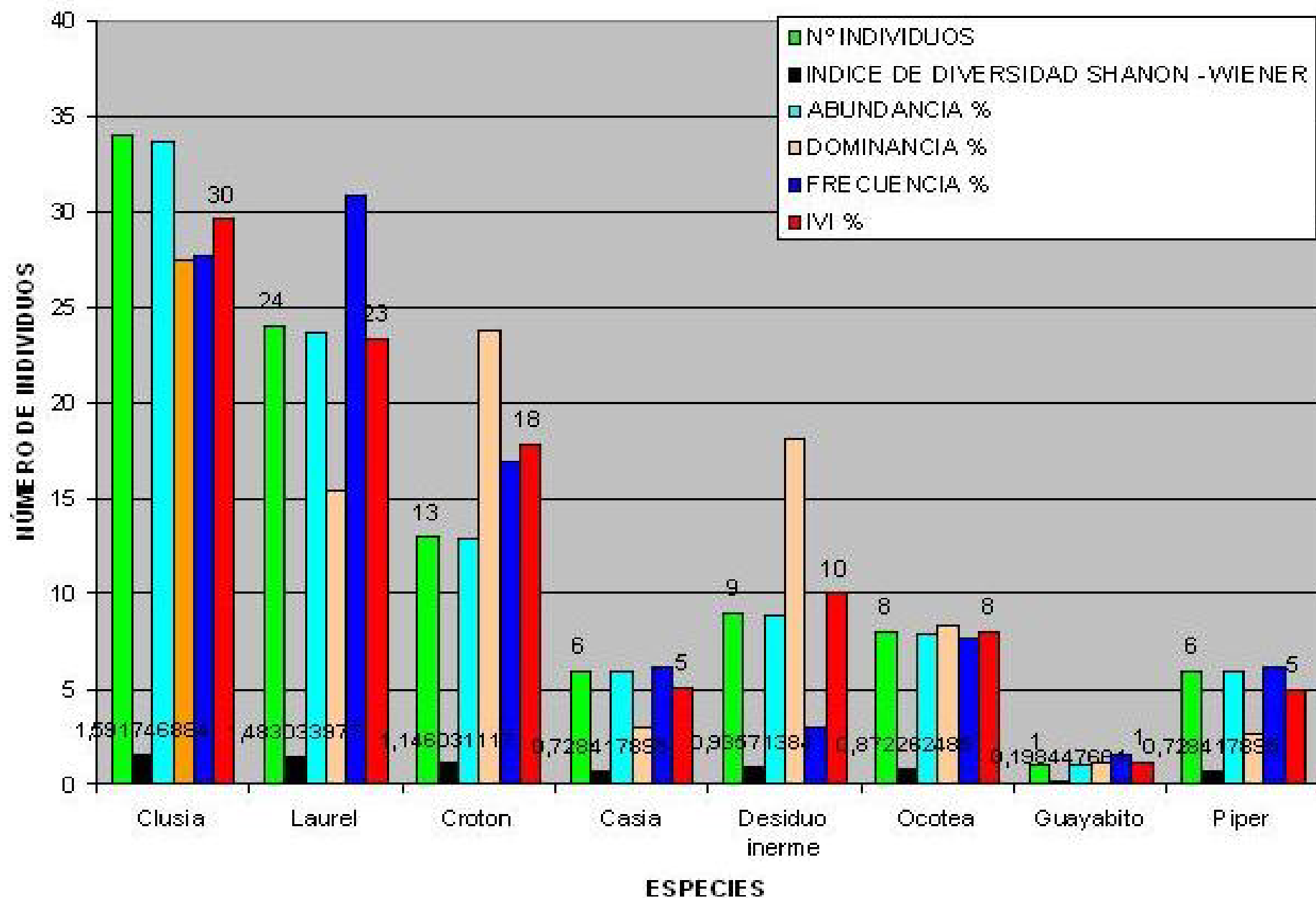


LAI: Generalmente, la densidad de una población de cultivo se expresa en términos de índice del área foliar (LAI), que se define como el área foliar vegetal por unidad de área de suelo. Por ejemplo, un LAI de 5 significa que hay 5 m² área foliar de plantas cultivándose sobre 1 m² área suelo.

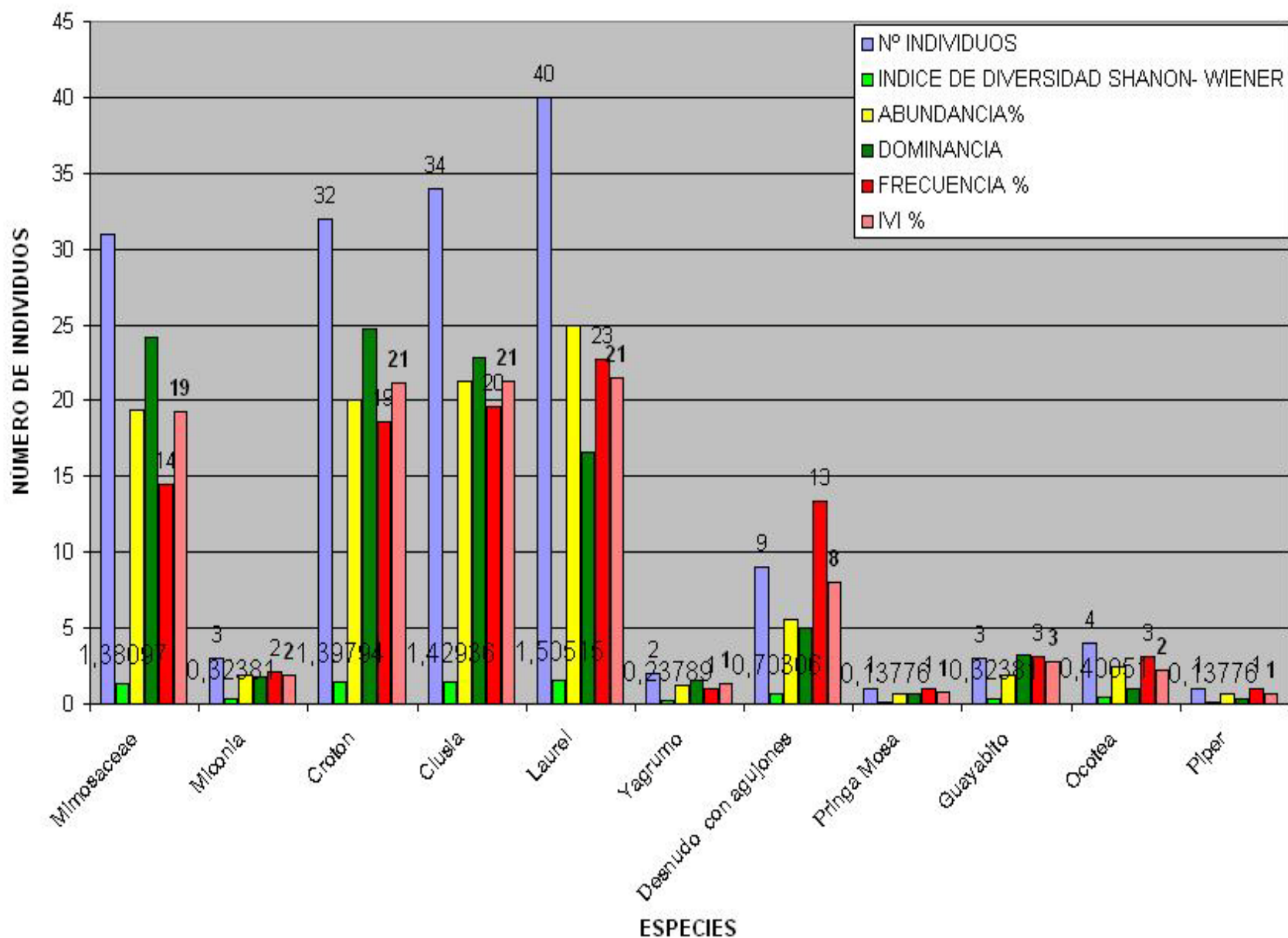
Tabla N° 18 Cuantificación de las especies nativas Parcela I, a partir de los índices de diversidad e importancia de Shannon - Wiener, Curtis y Cottam y el Índice de valor importancia (I.V.I)



Grafica N° 12 Censo de Vegetación Nativa, Bajo Sombra (Parcela II Testigo).



Grafica N° 13 Censo de Vegetación Nativa, Bajo Sombra (Parcela III Testigo).



**Tabla N° 22 Valores Medios, Máximos y Mínimos de las Variables
Diámetro, Altura y Área Basal en el Censo de la Vegetación Nativa**

PARCELA I	VARIABLES								
	VALORES	Diámetro Θ (metros)	Altura h (metros)	Radio (metros)	D/AÑO (m/año)	Area =πxr ² (m ²)	Area= (m ² /año)	Area = (m ² /ha/año)	Total de Individuos
	Promedio	0,042	5,53	0,021	0,001	0,00214	0,00006	0,0000000	153 / 15 especies
	Sumatoria	6,370	847,40	3,185	0,168	0,32701	0,00861	0,0000036	
	Mínimo	0,007	0,50	0,004	0,0002	0,00004	0,000001	0,0000000	
	Máximo	0,160	16,00	0,080	0,004	0,02011	0,00053	0,0000002	
PARCELA II									
	Promedio	0,043716	6,084	0,021858	0,00115	0,00194	0,00005	0,0000000	101 / 8 especies
	Sumatoria	3,235	444,2	1,6175	0,085132	0,143592	0,00378	0,0000016	
	Mínimo	0,018	1,5	0,009	0,000474	0,000254	0,00001	0,0000000	
	Máximo	0,15	16	0,075	0,003947	0,017671	0,00047	0,0000002	
PARCELA III									
	Promedio	0,040313	6,00	0,020156	0,001061	0,001653	0,000043	0,00000002	160 / 11 especies
	Sumatoria	6,45	961,2	3,225	0,169737	0,264469	0,006960	0,00000290	
	Mínimo	0,012	1,5	0,006	0,000316	0,000113	0,000003	0,00000000	
	Máximo	0,12	15	0,06	0,003158	0,011310	0,000298	0,00000012	

Gráfica N° 14 Representación del Diámetro, Altura y Área Basal

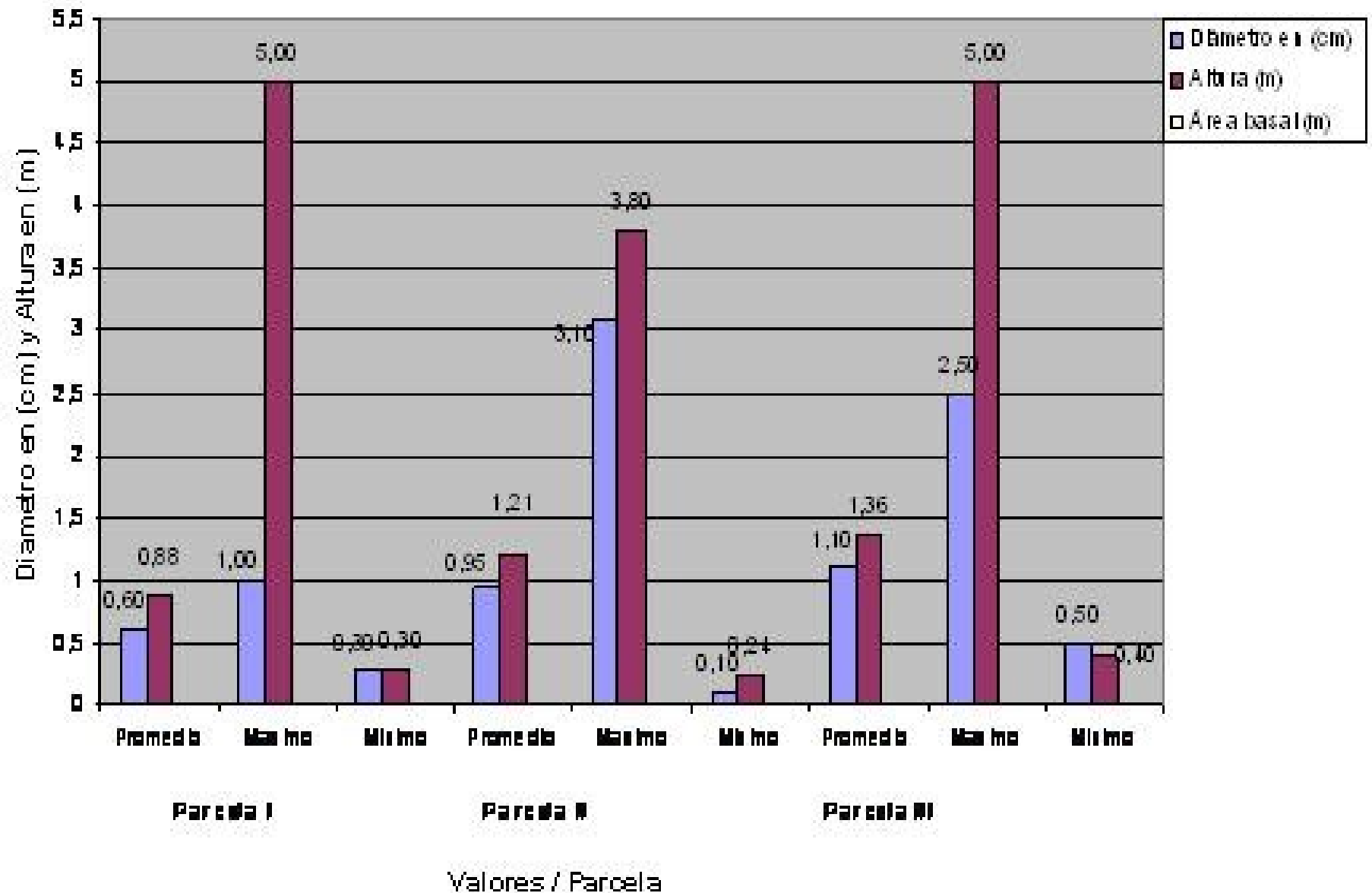


Tabla N° 23 Índice de Valor Importancia (IVI), de las especies Herbácea

	ESPECIES	TOTAL	FRECUENCIA / CUADRANTE	ABUNDANCIA %	DOMINANCIA %	FRECUENCIA %	IVI
PARCELA I	DORMIDERA	10	4	16	18	18	18
	BEJUCO	4	2	7	7	9	7
	MICONIA	28	7	46	45	32	41
	OCOTEA	7	3	11	10	14	12
	PIPER	1	1	2	1	5	2
	HUESO PESCADO	1	1	2	1	5	2
	LIANA	1	1	2	1	5	2
	BAMBUCILLO	1	1	2	3	5	3
	SOLANUN	7	1	11	11	5	9
	CASIA	1	1	2	4	5	3
	TOTAL	61	22	100	100	100	100
PARCELA II	MICONIA	10	4	23	24	21	23
	LAUREL	2	2	5	16	11	10
	OCOTEA	20	6	45	34	32	37
	CLUSIA	6	3	14	4	16	11
	CAFÉ	2	1	5	9	5	6
	DORMIDERA	2	1	5	2	5	4
	CROTON	1	1	2	1	5	3
	FICUS	1	1	2	10	5	6
	TOTAL	44	19	100	100	100	100
PARCELA III	GUAYABITO	2	1	6	2	5	4
	MICONIA	10	4	29	28	19	25
	LAUREL	5	3	15	13	14	14
	OCOTEA	6	3	18	16	14	16
	BAMBUSILLO	1	1	3	4	5	4
	PIPER	3	3	9	12	14	12
	CLUSIA	3	2	9	13	10	10
	PRINGAMOSA	2	2	6	2	10	6
	CROTON	3	2	9	15	10	11
	TOTAL	35	21	100	100	100	100

Fuente: Elaboración Propia

4.5 Inventario de Pino Caribe Análisis Estadístico

		<i>N</i>	<i>SUMA</i>	<i>Lo 95% CI</i>	<i>MEDIA</i>	<i>Up 95% CI</i>	<i>SD</i>	<i>VARIANZA</i>	<i>SE MEDIO</i>	<i>C.V.</i>	<i>VALOR MIN</i>	<i>VALOR MAX</i>
Diámetro (m)	PARCELA 1	34	8.1519	0.2076	0.2398	0.2719	0.0921	8.480E-03	0.0158	38.408	0.0318	0.4775
	PARCELA 2	59	14.744	0.2185	0.2499	0.2813	0.1205	0.0145	0.0157	48.237	0.0764	0.5730
	PARCELA 3	59	14.084	0.2176	0.2387	0.2598	0.0809	6.550E-03	0.0105	33.904	0.0891	0.4456
D/Año (m/año)	PARCELA 1	34	0.2145	5.464E-03	6.309E-03	7.155E-03	2.423E-03	5.873E-06	4.156E-04	38.408	8.376E-04	0.0126
	PARCELA 2	59	0.3880	5.749E-03	6.576E-03	7.403E-03	3.172E-03	1.006E-05	4.130E-04	48.238	2.010E-03	0.0151
	PARCELA 3	59	0.3706	5.727E-03	6.282E-03	6.837E-03	2.130E-03	4.536E-06	2.773E-04	33.905	2.345E-03	0.0117
Altura de la copa (m)	PARCELA 1	34	492	13.446	14.471	15.495	2.9360	8.6203	0.5035	20.290	5.000	19.000
	PARCELA 2	59	889	14.242	15.068	15.893	3.1670	10.030	0.4123	21.018	7.000	19.000
	PARCELA 3	59	807	13.073	13.678	14.283	2.3226	5.3945	0.3024	16.981	8.000	18.000
Altura del fuste (m)	PARCELA 1	34	336	11.706	12.444	13.183	1.8674	3.4872	0.3594	15.006	7.000	15.000
	PARCELA 2	59	626	12.467	13.042	13.616	1.9782	3.9131	0.2855	15.168	6.000	15.000
	PARCELA 3	59	571	11.622	12.149	12.676	1.7935	3.2165	0.2616	14.762	8.000	15.000
RADIO (m)	PARCELA 1	34	4.0760	0.1038	0.1199	0.1359	0.0460	2.120E-03	7.896E-03	38.408	0.0159	0.2387
	PARCELA 2	59	7.3718	0.1092	0.1249	0.1407	0.0603	3.633E-03	7.847E-03	48.237	0.0382	0.2865
	PARCELA 3	59	7.0418	0.1088	0.1194	0.1299	0.0405	1.637E-03	5.268E-03	33.904	0.0446	0.2228
Area =πr^2(m2)	PARCELA 1	34	1.4579	0.0387	0.0516	0.0645	0.0370	1.368E-03	6.344E-03	71,670	7.957E-04	0.1790
	PARCELA 2	59	3.5556	0.0456	0.0603	0.0749	0.0562	3.161E-03	7.319E-03	93.285	4.584E-03	0.2578
	PARCELA 3	59	2.9410	0.0415	0.0498	0.0582	0.0319	1.015E-03	4.149E-03	63.930	6.239E-03	0.1560

4.5.1.1 Variable Altura De La Copa

Gráfico 15. Histograma de frecuencias de la variable altura por parcelas

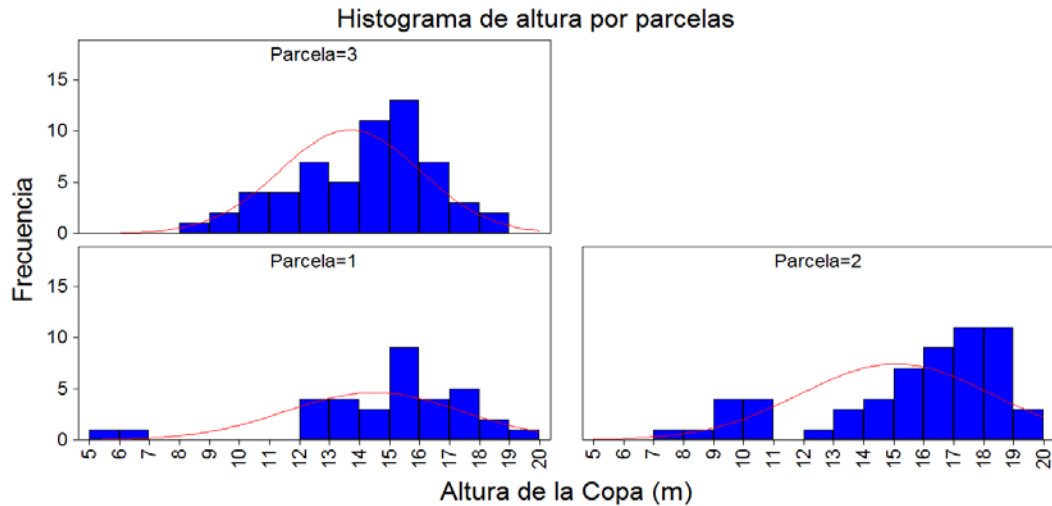
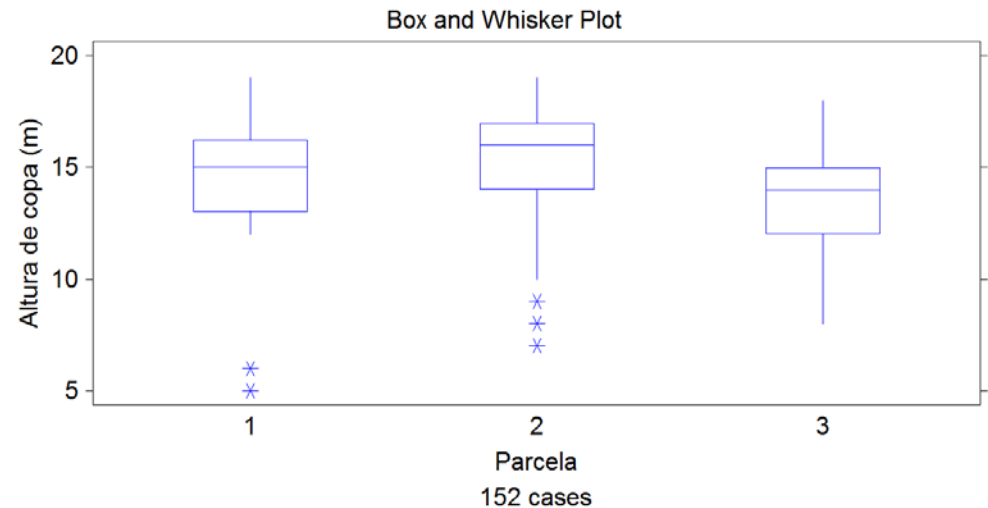


Gráfico 16. Diagrama de Caja para la variable Altura de la copa (m)



Clases Diamétricas

CLASE 1: Diámetro de 0-0,1 m

CLASE 2: Diámetro de 0,1-0,2 m

CLASE 3: Diámetro de 0,2-0,3 m

CLASE 4: Diámetro de 0,3-0,6 m

Gráfico 17. Histograma de frecuencias de la variable altura por clase diamétrica

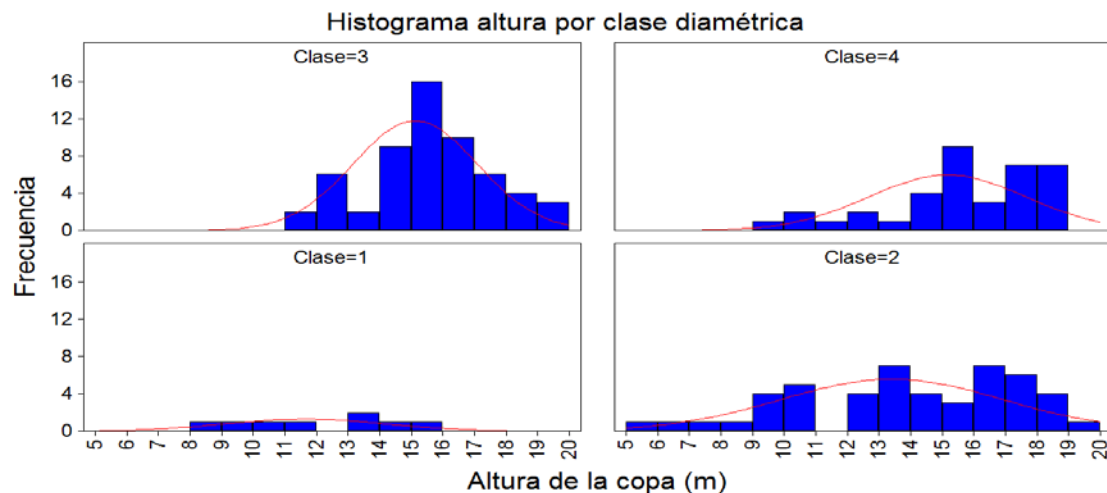
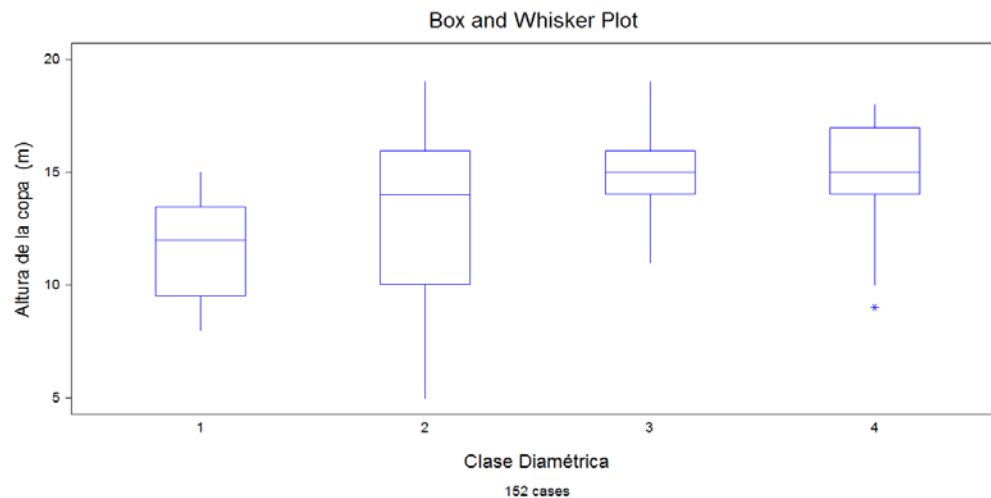


Gráfico 18. Diagrama de cajas de la variable altura por clase diamétrica



4.5.1.2 Variable Diámetro

Gráfico 20. Diagrama de caja de la variable diámetro por parcelas

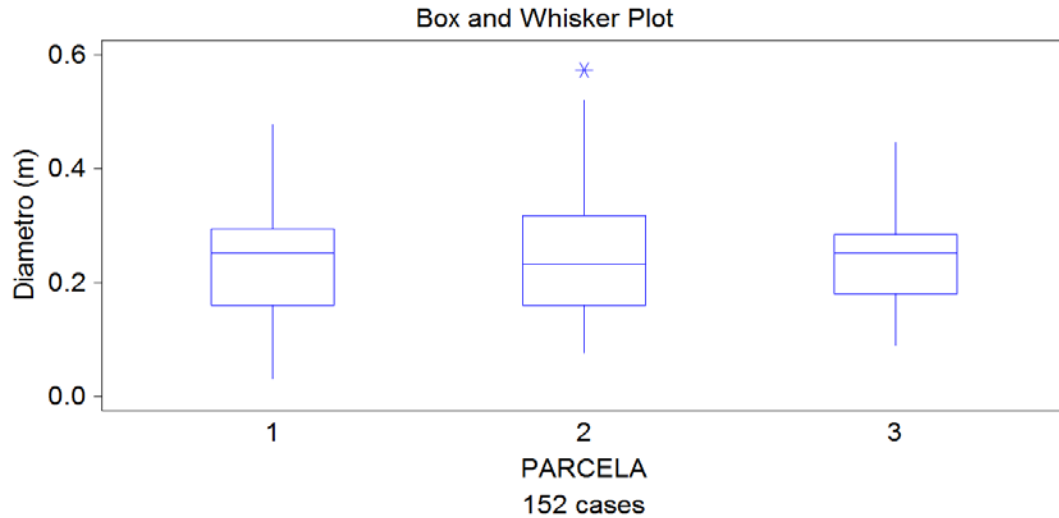


Gráfico 21 Diagrama de cajas de la variable diámetro por clase diamétrica



Gráfico 22. Histograma de frecuencias del diámetro

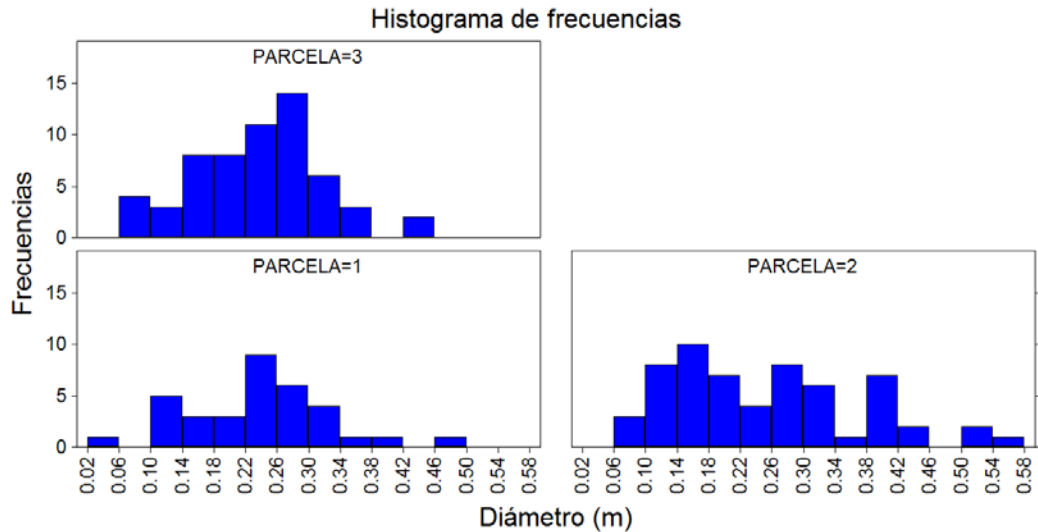
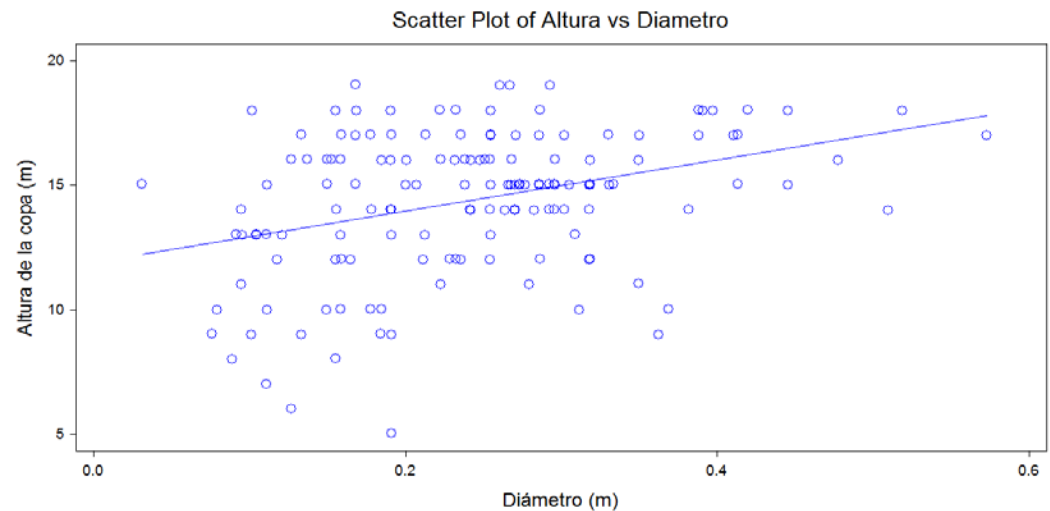


Gráfico 19. Diagrama de Altura de la copa (m) vs Diámetro (m)



CAPITULO V

5. CONCLUSIONES

- El sustrato sobre el cual se erigieron las especies nativas y la plantación de Pino caribe, esta compuesto a groso modo por un horizonte A, de textura Franco arcillo arenoso, envuelto sobre una matriz arenosa, en los primeros 25 cm de suelo y franco arenoso en profundices superiores a los 25 cm. Los niveles de fertilidad son deficientes, sólo el potasio se manifestó con rango aceptable con respecto al fósforo y el calcio. Es por ello que el pH es ácido ubicado alrededor de 4,4.
- El contenido de humedad del suelo, se ubico sobre el 11% y la materia orgánica en un rango promedio de 4,44% a 5,78 % ambos valores ciertamente altos, lo que manifiesta una relación muy baja en mineralización, descomposición de la materia orgánica.
- El contenido de hojarasca se ubico sobre los 2 kg en promedio por metro cuadrado, valor significativamente alto, que representa ciertamente una limitante a la penetración de las raíces de las especies nativas sobre el suelo
- Los niveles de transmisión de luz fueron relativamente bajos sobre todo para la parcela II, (entre 8,1 % y 31,90%) representado una cobertura de copa ciertamente solapada, de igual forma con un rango ligeramente superior, se manifestó la parcela III con 3,4 % y 33,6% a pesar de ello los claros naturales, resultaron ser mas frecuentes sobre la parcela. Y por supuesto la parcela I manifestó las mayores entradas de luz sobre los 34,50% y 97% con aclareos inducidos.

- La densidad de la plantación de pino caribe en términos de índice de área foliar, LAI, se constituyó sobre los 2 m² de área foliar por cada metro cuadrado de superficie de suelo. De igual forma la densidad de la plantación del pino en términos de individuos por metro cuadrado estuvo alrededor de dos pinos por cuadrante (2ind/20m²). Destacando una cobertura de copa sobre el 70% en aglomeración.

- Las especies más importantes de la vegetación nativa de porte leñoso arbustos y plantas con diámetros superiores a 1 m de DAP, fueron para el censo bajo claros naturales el Laurel y el Croton; entre las más comunes la Clusia y la Casia, entre las más raras el Palo María, Mapurite, Yagrumo, Psicotria, Dormidera y Pringa Moza. Las más destacadas en los censo bajo sombra lo fueron la Clusia, El Laurel y El Croton, entre las más comunes, la Ocotea, Piper, y Pringa Moza, de las más raras el Yagrumo, el guayabito y el Hueso pescado. En general se encontraron 20 especies con DAP superior a 1 cm y en promedio de 4,2 cm y 5, 87 m de altura.

- El índice de diversidad de Shannon - Wiener, Curtis y Cottam se situó alrededor de $H' = 0,83$, valor muy cercano a la unidad, cuyo rango debe estar entre (1 y 4,5) mientras más cerca de 4,5 esté, más diversa es la población muestreada.

- Es por ello que los indicadores de crecimiento y presencia de especies sobre el sotobosque dados por la abundancia la dominancia y la frecuencia, están sujetos directamente por la disponibilidad de luz, la disponibilidad de un suelo fértil con un horizonte A bien constituido, y el espacio en términos de densidad de área foliar por metro cuadrado, que permita un excelente proceso de, transpiración, fotosíntesis, y mineralización de nutrientes sobre el sustrato como tal.

En el presente estudio las comunidades secundarias, demuestran que la conservación de algunas especies tolerantes y nómadas están amenazadas debido a que tienen una capacidad de regeneración muy restringida. Los planes de manejo forestal demuestran un ciclo de crecimiento sin intervención alguna durante 38 años, y en este lapso dominan las especies pioneras tempranas y tardías. La repetición de este ciclo reducirá cada vez más las poblaciones de las especies nativas, manteniéndose en latencia y sumisos hasta que se aplique alguna intervención silvicultural.

El inventario de la plantación de pino arroyo un total de 152 individuos, cuya distribución no presento planificación alguna, la misma, fue al azar. Los diámetros medios estuvieron alrededor de 0,24 m con alturas de copa de 14,41 m y de fuste 12,55 m y el área basal alrededor de 0,05 m², los crecimientos medios anuales en los últimos 38 años estuvo a razón de 0,03m/año.

CAPITULO VI

6. RECOMENDACIONES

Es absolutamente prominente, activar un sistema de de podas y aclareos con los métodos silviculturales tradicionales, como entresacas, cortas, desrames, a razón de 50 y 70 % en función de la densidad por metro cuadrado, a fin de incentivar la entrada de luz y fomentar el desarrollo espacial de las especies nativas que resultaron más importantes en la investigación, como la Miconia, Clusia, Croton, y Laurel, siendo estas las más abundantes. Estos tratamientos pueden ser aplicados en el primer semestre de del año (enero a mayo), para asegurar la germinación y diseminación de semillas de las especies arbustiva y arbóreas del lugar.

Implementar un sistema de viveros, para incrementar y acelerar el desarrollo de la especies nativas de la zona, haciendo uso de la recolección de semillas que respondan una excelente viabilidad, esto como resultado del aprovechamiento de los resultados de las investigaciones como tesis, seminarios y practicas de campo desarrolladas por el departamento de Ecología de la Universidad Simón Bolívar, sobre el bosque nativo ubicado al frente de la plantación de Pino Caribe.

Establecer jornadas de reforestación, recolección de semillas, fertilización, limpieza del terreno como remoción de capas de acículas y otras actividades, con los estudiantes y el apoyo el grupo de guarda bosques de la universidad. Para garantizar y fomentar el desarrollo de los bosques aledaños a la universidad y así darles el valor e importancia que se merecen.

En la búsqueda de caminos para la restauración ecológica de dichos bosques que depende en gran parte de la situación ecológica, socioeconómica y política del sitio en cuestión, hace falta estudiar los factores limitantes como los político administrativos y técnicos, que suelen ser los más frecuentes y determinantes. Para lograr apoyar una visión de conservación del ambiente que incluya la conservación y la restauración y recuperación de sitios improductivos o muy degradados, ya que cualquier meta ecológica se verá truncada por posteriores daños o abusos en el uso y/o subutilización de los recursos.

Motivar los trabajos científicos de investigación para ganarle terreno al conocimiento y funcionamiento de los ecosistemas allí presentes, a partir de tesis de grado, talleres, jornadas y programas de recuperación sobre los bosques nativos y plantaciones de la Universidad Simón Bolívar, para darle continuidad a los existentes y a los que esperan por ejecutarse.

IMAGEN Nº 1 Y 2, DELIMITACIÓN DE PARCELAS GUARDABOSQUES USB



HIMAGEN Nº 3 DEMARCACIÓN DAP PINO CARIBE



IMAGEN Nº 4 IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES Y CUADRANTES



IMAGEN Nº 5 AVES QUE HACEN VIDA EN EL BOSQUE. (GUACHARACA)



IMAGEN Nº 6 CAMINARIAS DEL BOSQUE

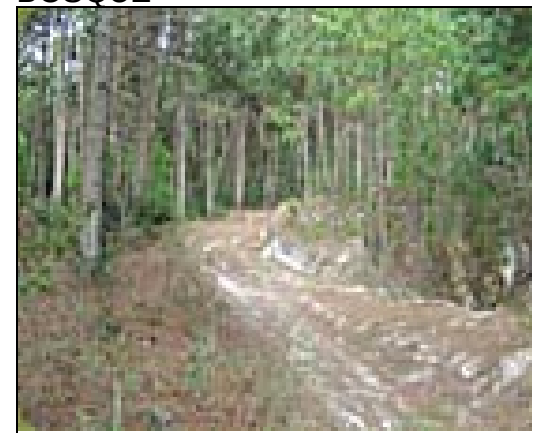


IMAGEN N° 7, CONSTITUCIÓN PARCELA I, VISTA DE PENDIENTE PRONUNCIADA



IMAGEN N° 10 VISTA PLANTA DE CLUSIA



IMAGEN N° 8, VISTA DEL SOTOBOSQUE DOMINADO POR CLUSIA



N° 11, VISTA PLANTAS DE LAUREL



IMAGEN N° 9, APOYO DE GUARDA BOSQUES USB



N° 12, VISTA PLANTA DE CROTON



IMAGEN N° 13 PLANTA LAUREL



IMAGEN N° 14 VISTA COLCHÓN DE ACÍCULAS



N° 15, RASTRERAS Y HERBÁCEAS JALA PATRAS Y LIANAS



N° 16, VISTA PLANTA DE MICONIA



N° 17 , VISTA DOMINANCIA LAUREL



N° 18, VISTA PLANTA PRINGA MOZA



Nº 19 VISTA RASTRERAS
HELECHOS PARCELA I



Nº 20 PLANTA OREJA DE ELEFANTE



Nº 21 PERFIL ESPECIE LEÑOSA
ARMADA PRINGA MOZA



Nº 22 PLANTA HUESO DE PESCADO



IMAGEN Nº 23 PLANTA GUAYABITO



IMAGEN Nº 24 PLANTA PRINGA
MOZA



IMAGEN Nº 25 CLARO NATURAL
PARCELA I

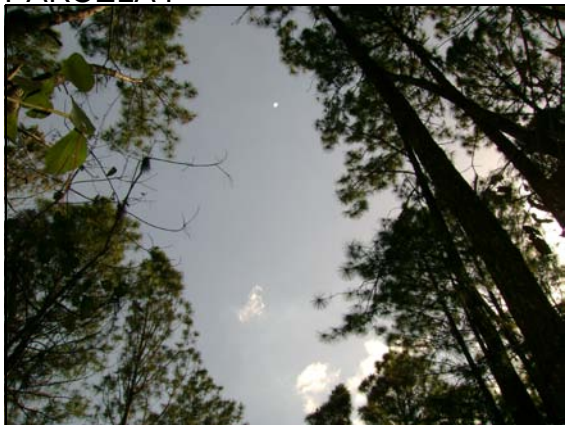


IMAGEN Nº 28 VISTA DE ACLAREO
PARCELA I



IMAGEN Nº 26 PERFIL PLANTACIÓN
DE PINO PARCELA II



IMAGEN Nº 29 PROCESADA
PARCELA I CON SOFTWARE
HEMISFER

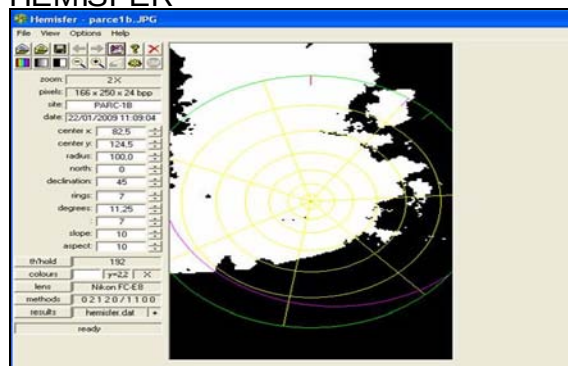


IMAGEN Nº 27 VISTA DEL DOSEL
PARCELA III



Nº 30 VISTA DE ENTRESACA
PARCELA I ACLAREO INDUCIDO





NICHO DE AVE NOCTURNA FORMANDO MIMETISMO CON LA HOJARASCA



INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 1 Áreas recomendadas para la restauración de bosques tropicales	15
Tabla N° 2 Especies prioritarias en programas de restauración de bosques	16
Tabla N° 3 Coordenadas Referenciales UTM Parcela de Muestreo	32
Tabla N° 4 Operacionalizacion de variables	41
Tabla N° 5 Presupuesto Ejecutado	44
Tabla N° 6 Datos Mensuales de Precipitación en (mm) Estación USB. Tipo PR, Serial 5057 Estado Miranda Latitud: 102507 Longitud: 665248 Altitud 1225 msnm histórico desde año 1971 al 2006.	47
Tabla N° 7 Registros Climatológicos Mensuales para el año 2008	48
Tabla N° 8 Análisis Con Fines De Fertilidad Resultados Para Muestras Tomadas 16 Mayo 2008	50
Tabla N° 9 Análisis Con Fines De Fertilidad Resultados Para Muestras Tomadas 02 Noviembre 2008	52
Tabla N° 10 Medición del Contenido de Hojarasca en el Suelo	57
Tabla N° 11 Determinación del nivel de cobertura, a partir de la fotografía hemisférica, de acuerdo al porcentaje de sombras y de luz transmitida sobre el dosel de la plantación de Pino Caribe.	59
Tabla N° 12 Determinación del nivel de cobertura, a partir de la fotografía hemisférica, de acuerdo al porcentaje de sombras y de luz transmitida sobre el dosel de la plantación de Pino Caribe.	60
Tabla N° 13 Determinación del nivel de cobertura, a partir de la	

	fotografía hemisférica, de acuerdo al porcentaje de sombras y de luz transmitida sobre el dosel de la plantación de Pino Caribe.	61
Tabla N° 14	Determinación del nivel de cobertura, a partir de la fotografía hemisférica, de acuerdo al porcentaje de sombras y de luz transmitida sobre el dosel de la plantación de Pino Caribe.	62
Tabla N° 15	Determinación del nivel de cobertura, a partir de la fotografía hemisférica, de acuerdo al porcentaje de sombras y de luz transmitida sobre el dosel de la plantación de Pino Caribe.	63
Tabla N° 16	Niveles de Distribución de Luz en Binario (Blanco y Negro)	66
Tabla N° 17	Índice de Área Foliar, Según Lang , LiCor y N. & C. (1989)	68
Tabla N° 18	Cuantificación de las especies nativas Parcela I, a partir de los índices de diversidad e importancia de Shannon - Wiener, Curtis y Cottam y el Índice de valor importancia (I.V.I).	71
Tabla N° 19	Cuantificación de las especies nativas Parcela II, a partir de los índices de diversidad e importancia de Shannon - Wiener, Curtis y Cottam y el Índice de valor importancia (I.V.I).	74
Tabla N° 20	Cuantificación de las especies nativas Parcela III, a partir de los índices de diversidad e importancia de Shannon - Wiener, Curtis y Cottam y el Índice de valor importancia (I.V.I).	77
Tabla N° 21	Valores Medios, Máximos y Mínimos de las Variables Diámetro, Altura y Área Basal en el Censo de la Vegetación Nativa	80

Tabla N° 22	Resumen de Valores Medios, Máximos y Mínimos Para la vegetación Herbácea con diámetros menores a 1 cm ($\Theta < 1$ cm)	82
Tabla N° 23	Índice de Valor Importancia (IVI), de las especies Herbácea	83
Tabla N° 24	Resumen de especies identificadas en el sotobosque	84
Tabla N° 25	Estadística descriptiva por parcela de Pinos Caribe	86
Tabla N° 26	Estadística Descriptiva por Clases Diamétricas	90
Tabla N° 27	Correlación de Spearman	92
Tabla N° 28	Resumen de las probabilidades obtenidas a través de los supuestos del ANAVAR	96
Tabla N° 29	Resultados de la prueba de Kruskal Wallis y la prueba de medianas	97
Tabla N° 30	Densidad del Pino Por Cuadrante/20 m ²	100

INDICE DE GRÁFICOS

Grafico N° 1	Histórico de Precipitación Media anual en (mm) del año 1971 al 2006. Estación U.S.B.	47
Grafico N° 2	Relación Textural Por Parcela, Capa Arable Del Suelo (25 Cm) Mayo 2008	49
Grafico N° 3	Relación Textural Por Parcela, Capa Arable Del Suelo (25 cm) Noviembre 2008	51
Grafico N° 4	Relación De Macronutrientes En (ppm) Mayo 2008	53
Grafico N° 5	Relación De Macronutrientes En (ppm) Noviembre 2008	54
Grafico N° 6	Curvas De Humedad Y Materia Orgánica Mayo Y Noviembre 2008	55

Grafico N° 7	Curva Kilogramos de Hojarasca por Metro Cuadrado de Suelo (kg/m^2)	56
Grafico N° 8	Curva de Transmisión de Luz en %	64
Grafico N° 9	Niveles de Distribución de Luz en Binario (Blanco Y Negro).	65
Grafico N° 10	Índice Del Área Foliar	68
Grafico N° 11	Censo de Vegetación Nativa, bajo Claros Naturales (Parcela I)	72
Grafico N° 12	Censo de Vegetación Nativa, Bajo Sombra (Parcela II Testigo).	75
Grafico N° 13	Censo de Vegetación Nativa, Bajo Sombra (Parcela III Testigo).	78
Grafico N° 14	Representación del Diámetro, Altura y Área Basal	82
Grafico N° 15	Histograma de frecuencias de la variable altura por parcelas.	88
Grafico N° 16	Diagrama de Caja para la variable Altura de la copa (m)	88
Grafico N° 17	Histograma de frecuencias de la variable altura por clase diamétrica	91
Grafico N° 18	Diagrama de cajas de la variable altura por clase diamétrica	91
Grafico N° 19	Diagrama de Altura de la copa (m) vs Diámetro (m)	93
Grafico N° 20	Diagrama de caja de la variable diámetro por parcelas	94
Grafico N° 21	Diagrama de cajas de la variable diámetro por clase diamétrica	94
Grafico N° 22	Histograma de frecuencias del diámetro	95
Grafico N° 23	Densidad de Plantación Pino caribe Parcela I	101

Grafico N° 24	Densidad de Plantación Pino caribe Parcela II	101
Grafico N° 25	Densidad de Plantación Pino caribe Parcela III	102

INDICE DE FIGURAS		Pág.
Figura N° 1	Factores que limitan el establecimiento de especies leñosas, izquierda factores abióticos, derecha factores bióticos	12
Figura N° 2	Distribución porcentual de los trabajos que estudian la restauración ecológica en los diferentes países y bosques tropicales . La clasificación corresponde a Rzedowski (1987).†	14
Figura N° 3	Plano Ubicación Político Nacional y regional del Proyecto.	28
Figura N° 4	Croquis ubicación local dentro de la Universidad Simón Bolívar Sartenejas Municipio Baruta Estado Miranda.	29
Figura N° 5	Imagen de Planta, Ubicación de la Parcela en la Plantación de Pino Caribe Zona Norte U.S.B.	29
Figura N° 6	Disposición Perpendicular de la parcela en la plantación de Pino caribe	30
Figura N° 7	Plano subdivisión de parcelas y numeración interna	31
Figura N° 8	Selección de Parcelas para Muestras de Suelo, a profundidades de 25 cm.	35
Figura N° 9	Fotografía Hemisférica a Color y Binaria (sombras blanco y negro)	37
Figura N° 10	Selección de Parcelas a partir de Muestreo Aleatorio Simple y Estratificado	39
Figura N° 11	Distribución de la plantación de Pino caribe sobre las parcelas I, II, III y reflejo de los claros naturales, vistos desde Planta	64

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Al inaugurarse la Universidad Simón Bolívar en el año 1970, gran parte de las áreas verdes quedó sin vegetación alta, siendo presa de un desarrollo vertiginoso de gramíneas existentes en la zona. Para el control de las mismas se realizaron siembras intensivas de pinos, las cuales no contaron con asesoramiento técnico y mucho menos con una programación y atención silvicultural, ni dirección efectiva, lo que ocasiono siembras con una densidad muy alta, con la consecuencia natural al crecimiento de los pinos de un bosque enfermo y con una densidad de combustible elevada muy susceptibles al fuego, (Baruch, 2006).

Cabrera, (1980), estableció la necesidad de una poda selectiva de un 60% de los pinos del bosque, con el objetivo de sanear el mismo, la cual por razones de investigación y profundización en el tema, no se ejecutó.

Con el transcurrir de los años, debido al deterioro de las zonas aledañas, por motivo de los incendios de vegetación, los bosques comenzaron a ser victimas de ataques de incendios por su periferia, siendo el colapso en marzo de 1992 cuando un incendio de grandes proporciones ingresa por La Limonera (Fuerte Tiuna). A partir de ese momento la Dirección de Mantenimiento, hoy día Planta Física, comienza a encargarse de los Bosques (Allende, 2006)

Esto obliga por primera vez en la universidad a pensar en el bosque como una parte de su patrimonio, formulándose grandes interrogantes: ¿De quien dependen los mismos?, ¿Quien es el responsable de cuidarlos, Que debía realizarse?

La dirección de mantenimiento de la Universidad Simón Bolívar, para ese momento, toma la labor de encargarse dicha plantación. Pero, como era común, no existían recursos, con lo poco que se podía disponer y la experiencia vivida durante el incendio se realizó un plan de cuidado, el cual consistió en lo siguiente:

1. Aislar el bosque de las zonas aledañas que se encontraban totalmente sabanizadas y eran zonas de riesgo.
2. Sectorizar los bosques en zonas de menor área separadas por vías de penetración que permitiera un acceso rápido al lugar de personal de combate y a su vez sirvieran de corta fuego.
3. Establecer un personal de combate de incendios.
4. Realizar un plan de coordinación interdependencias.

Los dos primeros puntos se realizaron por etapas para poder contar con los recursos necesarios. El punto tres del personal para el cuidado y combate se resolvió con la contratación de una persona que actuó como coordinador para establecer relaciones con grupos voluntarios de manera tal que actuaran cuando fuere necesario y estableciera relaciones con organismos o dependencias que puedan en un momento dado colaborar.

El punto cuatro aunque se realizó, no fue muy exitoso ya que las dependencias de la institución no tenían la cultura de trabajar en forma orgánica en estructuras horizontales y se discutía más de quien era el que mandaba que lo que debía hacerse.

Por otra parte, en las Primeras Jornadas de Gestión de los Bosques de la Universidad Simón Bolívar, realizadas en enero del 2006, se planteó buscar formas de financiamiento para el cuidado de los bosques, independientes del presupuesto universitario; generar un plan a largo plazo

que garantice la supervivencia de los bosques y generar una estructura balanceada y multidisciplinaria de peso específico dentro de la Universidad.

En vista de la situación planteada para el momento, y que los bosques representan un pilar fundamental en lo ambiental y ecológico, tanto a nivel local como regional para la Universidad, los miembros de la comunidad universitaria y sus visitantes, actualmente se prevé con vital urgencia la formulación de una serie de investigaciones sobre todo los componentes y recursos naturales que facilitan la vida natural y silvestre, tanto de las plantaciones de pino, como del bosque nativo alrededor de la Universidad, que permitan garantizar su permanencia en el tiempo, para el goce y disfrute de las generaciones actuales y futuras.

En tal sentido, se hace necesario, elaborar una investigación con miras a la restauración ecológica, que facilite las herramientas básicas necesarias para consolidar la plantación de pino (*Pinus caribaea*) y que ésta a su vez, sea capaz de dar paso a la vegetación nativa y pueda coexistir abiertamente con todo el desarrollo de ecosistemas presentes en el lugar. Lo que se traduce en un importante rol ecológico para la protección de los suelos contra la erosión, la preservación del régimen hídrico que permita la infiltración del agua, disminuir la escorrentía y mantener los caudales base, la purificación de contaminantes atmosféricos, refugio de la fauna, recreación, educación, investigación, paisajismo y un sin fin de valores imprescindibles para el desarrollo de la vida en general dentro de la Universidad Simón Bolívar.

Es por ello que el presente trabajo busca generar la información básica necesaria, como la determinación de los ecosistemas dominantes, formas de vida, patrones de ordenación y otra serie de factores que permitan precisar en el futuro la aplicación de aclareos, podas selectivas, entresacas u otras técnicas silviculturales, sobre las plantaciones de Pino caribe, con la finalidad de generar cambios favorables sobre el microclima, suelo, vegetación, la

estructura de la comunidad vegetal y la biomasa en general. Por lo anteriormente expuesto, se intentará responder o por lo menos aproximarse a una respuesta que se identifique con el siguiente cuestionamiento central:

¿Cual es la situación actual de la vegetación nativa presente en las parcelas experimentales de la plantación de Pino caribe, ubicadas en la Universidad Simón Bolívar para fomentar futuros tratamientos silviculturales sencillos con fines de Restauración Ecológica Natural?

1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 General

Evaluar la situación Actual de la vegetación Nativa presente en las parcelas experimentales de la plantación de Pino Caribe, de la Universidad Simón Bolívar para fomentar tratamientos silviculturales sencillos con fines de Restauración Ecológica Natural.

1.2.2 Específicos

- 1.2.2.1** Cuantificar la existencia de especies nativas a partir de la colonización sobre la plantación de Pino caribe
- 1.2.2.2** Caracterizar el desarrollo y crecimiento de la plantación de Pino caribe, basado en las variables de diámetro y altura
- 1.2.2.3** Establecer algunos indicadores del estado de regeneración del bosque estudiado, a partir de los Índices de Diversidad e Importancia de Shannon - Wiener, Curtis y Cottam
- 1.2.2.4** Analizar la cobertura del dosel de la plantación de pino, a partir del empleo de fotografía hemisférica
- 1.2.2.5** Analizar la influencia de la luz en los claros naturales como parámetro de crecimiento a partir de los censos de la vegetación natural y las condiciones físico químicas del suelo.

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

“Conceptualmente, el bosque nativo puede definirse como un ecosistema que se caracteriza por poseer una estructura y composición distinguible en la que ocurre el crecimiento de árboles y arbustos endémicos de la región. En su estado natural, estos bosques son parte de la fisonomía geográfica y proporcionan al medio su servicio de proteger los suelos, regular el régimen hídrico, albergar la vida silvestre, preservar la diversidad biológica y ofrecer posibilidades de recreación e investigación al ser humano”. (Susaeta, 2000).

Por otra parte, están las plantaciones forestales que también paradójicamente han sido mal llamadas “bosques plantados” por algunos autores, ya que aunque cumplen un rol benévolo similar al que el bosque nativo ofrece, siguen siendo monocultivos creados por el hombre, (Susaeta, 2000).

El establecimiento de plantaciones es una actividad que debe ser ampliamente impulsada, ya que reporta importantes beneficios en aspectos ecológicos tales como control de la erosión, manejo de cuencas y remoción de carbono de la atmósfera. Tales beneficios deben agregarse a los ya conocidos impactos en el aspecto económico y social.

De acuerdo a los antecedentes expuestos, los problemas centrales que enfrenta la investigación, en relación al bosque nativo y las plantaciones de pino, se podría decir, que éstos, se encuentran ligados a un proceso muy lento, para resolver el papel de la estabilidad y permanencia en el tiempo. En tal sentido, es absolutamente necesario conseguir que el bosque de pino se conserve como tal o por lo menos prolongar su corta longevidad, ya que la ausencia del mismo, pone en duda la estabilidad y los servicios ambientales o recursos que éste presta, además de ello permita el desarrollo de la

vegetación nativa del lugar, para que coexistan mutuamente con el bosque nativo de la región.

Como es de saberse que los bosques de Sartenejas representan un recurso sumamente valioso para la Universidad Simón Bolívar y la comunidad en general, por ser patrimonio y símbolo de la institución; además de ello, tomando en cuenta que la reforestación con Pino caribe tuvo un exitoso e importante rol en la protección de los suelos, para su momento, actualmente, se hace prominente prever la colonización del bosque nativo sobre el lugar, a partir de estudios ecológicos para seleccionar las especies nativas mas aptas a la reforestación.

Por su parte, Aristigueta (2006), plantea la necesidad de crear un plan maestro para el ordenamiento y planificación para los bosques naturales de la U.S.B, ya que se reconoce la necesidad de sustituir paulatinamente la plantación de pinos por otras especies en condiciones de menor densidad que es una de las aristas mas cuestionadas. Además, se reconoce el valor del bosque nativo, con especies que pueden considerarse incluso emblemas para su mantenimiento. Se propone el potencial de los bosques de la USB como un Jardín Botánico

Por último se podría decir, que la importancia de esta investigación radica ciertamente en la constitución de un bosque finamente asociado a la vegetación nativa del lugar, logrando consolidar el presente y promover la diversidad sobre el área, contribuyendo justamente con la protección del recurso inmerso en todos sus componentes suelo aire, agua y vegetación, de manera tal, de lograr un desarrollo integral de la región, prolongando la capacidad de uso y disfrute de los recursos, tanto para las generaciones presentes, como para las futuras.

CAPITULO II

2.1 MARCO TEÓRICO

Una vez definido el planteamiento del problema y precisados los objetivos, tanto general como específicos, que determinan la finalidad de la presente investigación, es necesario establecer los aspectos teóricos que sustentan el estudio. Para ello, el marco teórico del presente trabajo, se sintetiza de la siguiente manera:

En principio, se hace un recuento sobre una serie de antecedentes del problema, donde se argumentan las diferentes técnicas y modalidades, que a través de las últimas décadas, se han formulado y ejecutado a fin de determinar las posibles causas y soluciones ante la colonización de las especies nativas dentro de plantaciones forestales, de manera tal de poder combatir una serie de factores que facilitan la competencia ínter e intraespecífica por los diferentes recursos naturales exigidos por las plantas como suelo, luz y agua, para poder subsistir dentro de los bosques nativos y plantaciones forestales. A fin de proponer las líneas a seguir en un proceso de restauración ecológica, sobre los monocultivos, en este caso para las plantaciones de pino de la Universidad Simón Bolívar.

Seguidamente, se delimitan las definiciones, principios, criterios y características de los parámetros que involucran un sistema de restauración ecológica a partir de técnicas de aclareo y herramientas forestales sencillas, para dar paso a la recuperación del ecosistema.

Por último, se explica la normativa ambiental venezolana relacionada con el tema.

2.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

En Venezuela se han dedicado unos 13 millones de hectáreas de bosques (14,1% del país) al aprovechamiento forestal, bajo la figura de planes de ordenación y manejo a largo plazo. Duque (1993), indicó que al comparar el crecimiento del bosque natural con el de las plantaciones, se espera que el mismo sea mejor en estas últimas "...ya que se trata generalmente de especies seleccionadas por su adaptación al ambiente y manejadas mediante un proceso de intervención humana destinado a favorecer su desarrollo..."

Sin embargo, Vincent (1993), señaló que el bosque tropical alto tiene la capacidad de cicatrizar rápidamente sus heridas y colonizar áreas degradadas, pero existe el problema relacionado con la falta de conocimiento acerca de la respuesta del ecosistema ante diversas perturbaciones, especialmente los tratamientos silviculturales, incluyendo consideraciones de índole ambiental de los mismos.

El Manejo Forestal es una modalidad que se apoya en la práctica silvicultural, cuyo objetivo es aumentar la productividad del bosque sin deteriorarlo, para beneficio del hombre.

Por su parte, Whitmore (1989), señaló que las especies arbóreas pioneras tienen como función principal invadir los claros o zonas descubiertas preparando las condiciones ambientales adecuadas para la implantación del ecosistema forestal e inicio de la sucesión vegetal. Para ello, dichas plantas tienen caracteres seminales y de crecimiento que les permiten germinar y establecerse en ambientes de alta iluminación y fluctuaciones diurnas de la temperatura. Thompson y Mason, (1977), señalaron que la calidad de luz que llega al suelo, y la temperatura del mismo se encuentran finamente relacionados, constituyendo los factores climáticos de mayor importancia

para regular la germinación de las especies pioneras de los bosques tropicales húmedos.

Vázquez, et al (1982), Orozco (1994), Muñoz y Sánchez (2000), demostraron Igualmente en diversos estudios, que la profundidad de las capas de hojarasca puede determinar un comportamiento diferencial en el establecimiento de algunos árboles pioneros.

Lemenih *et al.* (2004), en el sur de Etiopía y Conticello *et al.* (1996), en el Noroeste de la Patagonia Argentina, determinaron que existen evidencias de la existencia de relaciones entre las características del dosel del bosque y las características del sotobosque, tales como riqueza de especies y densidad o cobertura del suelo. Demostraron que la cobertura, riqueza y diversidad de especies tendieron a disminuir a medida que la cubierta de copas fue más cerrada, lo que afectó principalmente la cantidad y duración de la radiación a nivel del piso forestal.

Los bosques más abiertos presentaron mayor diversidad de especies en los estratos arbustivos y herbáceo, mientras que los bosques más húmedos y más cerrados presentaron una menor estratificación del sotobosque (Armesto *et al.*, 1995; Conticello *et al.*, 1996). El mismo efecto se observó con la corta o aclareo, tratamiento silvicultural de individuos que produjo claros, facilitando la colonización del suelo por la vegetación, determinando el aumento de la diversidad florística como consecuencia del incremento de radiación (Schlichter *et al.*, 2004; Lemenih *et al.*, 2004).

Wienk *et al.* (2004), observaron relaciones similares en bosques implantados, donde la densidad del rodal mostró gran importancia, incidiendo en la presencia y composición del sotobosque. Encontraron en bosques implantados de pinos disminuciones en la diversidad del sotobosque llegando a ser reemplazado por un grueso manto de agujas de pino.

Por otra parte, Caín y Shelton (2001) y Fernández *et al.* (2002), señalaron que el talado del bosque implantado también puede generar un incremento en la riqueza y cobertura de las especies del sotobosque, mostraron que la perturbación que implicó el aclareo, produjo un incremento en la diversidad de la comunidad del sotobosque al modificarse los factores ambientales respecto a la condición previa. Tales relaciones son dinámicas ya que el sotobosque desaparece y reaparece con las periódicas prácticas silvícolas podas, raléos y talas, que de alguna manera permiten o no, la entrada de luz y agua hasta el piso forestal. Las condiciones actuales de las plantaciones en la región Andinopatagónica referentes a edad y competencia, determinaron el inicio de actividades silvícolas tales como poda y aclareo, apuntando a disminuir la competencia intraespecífica del rodal. Esto permitió la evaluación de la colonización por especies de la vegetación natural de los suelos bajo Plantaciones de pinos con diferentes coberturas producto de las actividades de aclareo. El objetivo de dicha investigación fue obtener primeros indicadores de la biodiversidad bajo plantaciones de pino luego de un aclareo.

Por su parte, en publicación hecha por Society for Ecological Restoration International (Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica) en el 2006, y la Comisión sobre el Manejo de Ecosistemas (CEM) de la IUCN - International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales) durante el mismo año, indicaron que la restauración ecológica es un medio para conservar la biodiversidad y mantener los medios de vida. De igual forma, D. Gann y David Lamb, (2006) señalaron que los ecosistemas del mundo han sufrido una degradación significativa debido a impactos negativos sobre la diversidad biológica y los medios de vida de los seres humanos. Se está viendo una creciente comprensión de que no será posible

conservar la diversidad biológica del planeta protegiendo solamente a las zonas críticas. Esta ponencia explica lo que significa la terminología "restauración ecológica" y delinea la manera en que se pueden lograr mejores resultados en la biodiversidad y al mismo tiempo, mejorar el bienestar del ser humano en esos paisajes degradados.

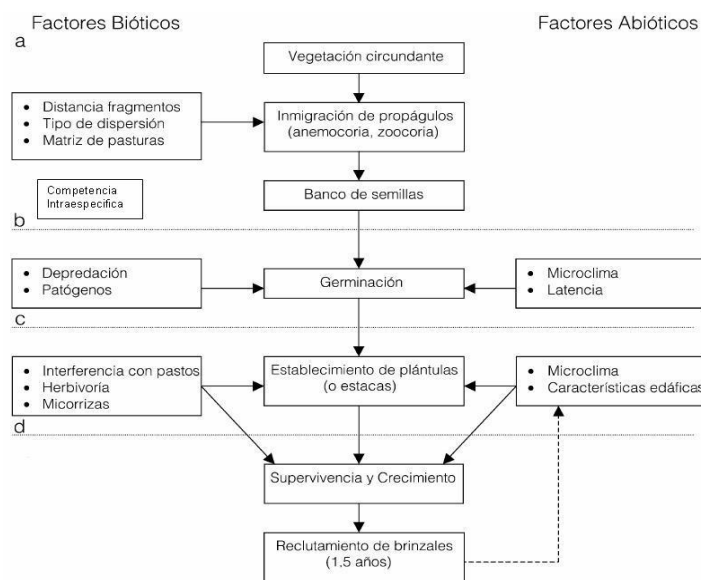
En investigaciones adelantadas por Windhager (1999), indica que restaurar ecosistemas dañados requiere la aplicación de teorías referidas a la sucesión ecológica y biología de poblaciones, con fundamentos derivados de la genética y la teoría de selección natural, capacidad adaptativa y procesos de coevolución, mutualismos, extinción y recolonización. Una de las prácticas primarias es el restablecimiento de poblaciones localmente extintas. Este proceso se complica al combinar la reintroducción de poblaciones pertenecientes a especies que ocupan distintos niveles tróficos. Otro nivel de dificultad deriva del aislamiento geográfico de las poblaciones introducidas, exponiéndolas a presiones similares a las poblaciones colonizadoras de islas que contienen un *pool* genético limitado, y están sujetas a procesos estocásticos y de deriva genética. Confrontados con la conservación de pequeñas poblaciones en aislamiento, los ecólogos de la restauración deben formularse las siguientes preguntas teóricas:

- 1) ¿Cuál debiera ser la procedencia geográfica y el *pool* genético de la Población reintroducida?
- 2) ¿Cuál es el tamaño mínimo de la población para permitir su viabilidad?
- 3) ¿Experimentarán las poblaciones los efectos de endogamia y exogamia?
- 4) ¿Se intentará conservar el genotipo expresado en el presente o el potencial evolutivo de la especie a largo plazo?

Uhl *et al.* (1988), Nepstad *etal.*, (1990 y 1991), indicaron que el proceso de regeneración natural sobre sitios degradados ha sido observado, pero éste

resulta mucho más lento que en claros naturales y no responde a la escala temporal a la que suelen plantearse objetivos de restauración. Los factores que limitan el establecimiento se definen de acuerdo a su acción sobre las distintas etapas de la regeneración secundaria, y la importancia relativa de cada uno es altamente variable con el clima, el tipo de suelo, la vegetación existente, y la historia y tipo de manejo de la tierra, dando particularidad a cada sitio de estudio. No obstante, pueden identificarse una serie de factores limitantes que operan a nivel general, como los que se señalan en la Figura1.

Figura N° 1 Factores que limitan el establecimiento de especies leñosas.



Fuente Meli, 2003

2.2.1 El Enfoque de los Esfuerzos, Experiencia Internacional.

Los trabajos revisados se distribuyen en 13 países y describen 25 áreas de estudio, que representan distintos tipos de vegetación. El 64% se enfoca al estudio de la selva alta perennifolia (selva húmeda); la selva alta subperennifolia representa 14%, el bosque mesófilo 13%, y los sistemas

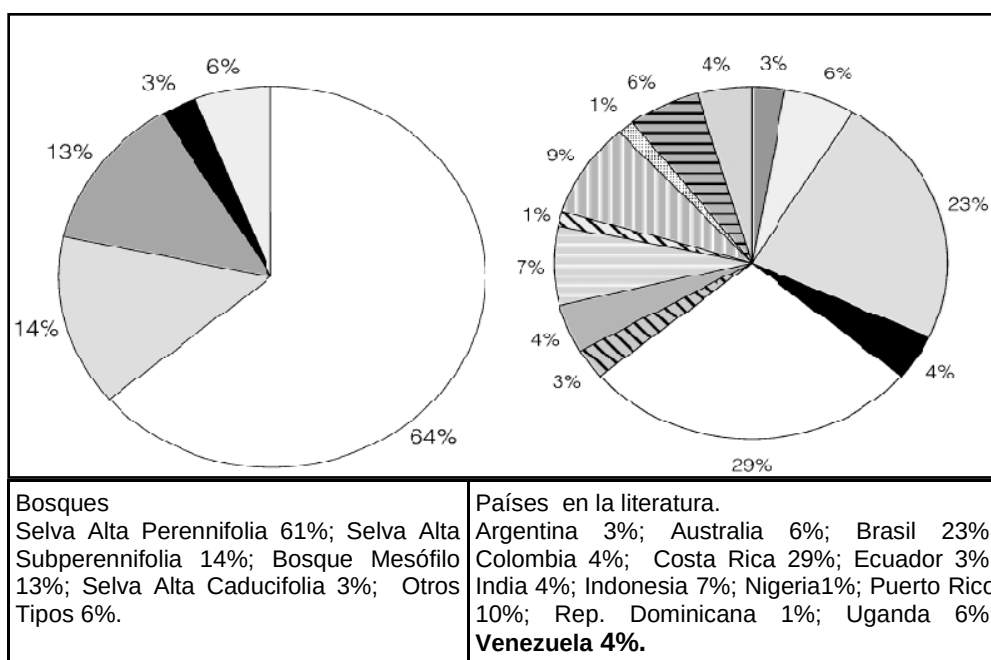
restantes menos del 7% del total (Figura 2). La atención observada en los distintos ecosistemas en la literatura no responde a su representación geográfica. La selva alta perennifolia se encuentra sobre representada en un 20%, mientras existe una carencia de estudios en la selva alta subperennifolia y en la selva baja caducifolia (selva seca), cuya representación en la literatura es 1/2 y 1/4 de su representación geográfica, respectivamente.

Cabe destacar el caso de la selva baja, cuya extensión es comparable a la del bosque mesófilo, pero el porcentaje de trabajos que la estudian es casi 5 veces menor. Sin embargo, la extensión geográfica de estos bosques se encuentra en constante cambio, y es difícil describir el proceso de deforestación por la inconsistencia en su definición y en los tipos de bosque que se incluye en su análisis (Masera *et al.*, 1997).

Por otra parte, la situación política y económica es altamente variable entre los distintos países, lo cual podría determinar la distribución regional y política de los estudios. Si bien la mayoría de los ecosistemas tropicales existen en países en desarrollo, casi la mitad de los bosques se encuentra en el neotrópico, y junto a la porción africana contienen el 70% del total (Whitmore, 1993). Se detectan algunas ausencias, como la del Amazonas Boliviano-Peruano, lo que podría deberse a carencia de recursos para su estudio. Esto se evidencia con la existencia de un sesgo geográfico (Figura 2) ya que al sumar los trabajos realizados en Costa Rica (29%) y Brasil (23%) se tiene el 52%, mientras el 48% restante se distribuye en 10% en Puerto Rico, 7% en Indonesia, 6% en Australia y Uganda, y sólo el **4%** o menos para el resto (India, Colombia, **Venezuela**, Ecuador, Argentina, Nigeria y República Dominicana). Como se indicó, la distribución entre los países puede estar asociada con sus recursos humanos y económicos

disponibles. Por ejemplo, los estudios en Costa Rica y Puerto Rico son realizados en estaciones biológicas pertenecientes o financiadas por instituciones estadounidenses, en muchos casos propietarias de los terrenos de estudio, lo que facilita la investigación. Sin embargo, esta distribución geográfica debe considerarse a la luz de la presente revisión, que no incluye la totalidad de las revistas científicas existentes ni la investigación realizada fuera de este ámbito.

Figura N° 2: Distribución porcentual de los trabajos que estudian la restauración ecológica en los diferentes países y bosques tropicales. La clasificación corresponde a Rzedowski (1987).†



Fuente Rzedowski , (1987)

En los criterios de selección del sitio a restaurar influyen factores que tienen que ver con su posición geográfica y función ecológica (Tabla N° 1). Las riberas, por ejemplo, pueden funcionar como corredores, así como las islas pueden actuar como posteriores fuentes de propágulos hacia otras tierras. Por otro lado, existen limitaciones debido a los regímenes de propiedad de la

tierra, los recursos económicos para solventar rentas o el capital humano, las condiciones legales o administrativas, y la disponibilidad de tiempo. En cada sistema de estudio, las condiciones ecológicas y el nivel de degradación o amenaza tienen especial influencia en la elección de la estrategia de restauración.

Tabla Nº 1 Áreas recomendadas para la restauración de bosques tropicales

Ubicación	Observaciones
Hábitats de especies particulares	Donde las poblaciones de particulares especies han sido reducidas o se encuentran en niveles críticos
Riberas	Frecuentemente son centros de alta riqueza local de especies y hábitats importantes para la vida silvestre durante períodos de estrés (sequía, invierno)
Tierras degradadas dentro de reservas ya existentes	Para aumentar el valor de áreas de conservación existentes
Bordes de bosques remanentes	Para consolidar límites y reducir cambios adversos en el borde o dentro de fragmentos de bosque
Corredores que ligan islas remanentes de bosque	Para facilitar el movimiento de especies entre fragmentos aislados
Islas	Frecuentemente son el único lugar donde las especies exóticas o predadores pueden ser excluidos
Dentro de la matriz general de tierra degradada entre fragmentos remanentes de bosques	Donde quiera que sea económica, social, o políticamente posible realizar la restauración

Fuente Lamb *et al.* (1997)

Los criterios de selección deberán definirse en función de sus capacidades y de las necesidades de acuerdo al nivel de deterioro (Tabla Nº 2). También deben tenerse en cuenta su procedencia o raza (Venas, 1999), de forma tal

de utilizar la variedad genética adecuada al desarrollo (Harrington, 1999). En sitios con suelos muy degradados físico - químicamente, pueden sembrarse especies capaces de mejorar determinada condición, como las asociadas con organismos fijadores de nitrógeno, otras que favorecen el aumento de materia orgánica en el suelo por su gran producción de hojarasca, o las que favorecen al aumento de la disponibilidad de cationes (Harrington, 1999). Las especies de rápido crecimiento pueden reducir la cobertura de pastos y disminuir los niveles de insolación y las zoocóricas atraen dispersores que acarrean nuevas semillas. Otros criterios de selección pueden relacionarse con la producción de, por ejemplo, frutos comestibles o alimento para animales. También deben considerarse especies que, aunque no mejoren las condiciones ecológicas, presenten características que hacen necesaria su propagación (raras, amenazadas, pobres dispersoras), o simplemente, aquellas que estén más disponibles (Harrington, 1999).

Tabla N°2: Especies prioritarias en programas de restauración de bosques

Tipo de especie	Observaciones
Fijadoras de nitrógeno y aquellas capaces de mejorar la fertilidad del suelo	Pueden reducir la necesidad de utilizar fertilizantes costosos
De crecimiento rápido e inhibitorias del crecimiento de hierbas o pastos	Ayudan a generar las condiciones micro climáticas apropiadas
Atractivas de frugívoros	Favorecen la dispersión de semillas al sitio
Mutualistas capaces de sostenerse en condiciones de estrés	Pueden ayudar a mantener poblaciones silvestres
Dispersadoras pobres (frutos grandes) Especies raras o amenazadas	Pueden no ser capaces de colonizar otro sitio Su siembra incrementará el tamaño poblacional

Fuente: de Lambl et al. (1997)

En estudios similares al presente trabajo de investigación, realizado por Ashton, S. Gamage. 1997, contempló la restauración de una selva tropical de Sri Lanka: En una plantación de Pino Caribe (*Pinus caribaea*), donde se aplicó tratamientos silviculturales para el establecimiento tardío de las especies arbóreas sucesionales y señaló, que en los trópicos húmedos, los estudios han demostrado bajo establecimiento de plántulas de árboles con sucesión tardía, en tierras libres de bosque. Dicho estudio examinó el potencial para el establecimiento tardío de sucesión con especies de árboles que dominan el dosel de la selva tropical de la plantación dentro y adyacentes a las parcelas experimentales que se han creado dentro de una plantación de *Pinus caribaea*. Se probaron cinco especies de árboles del dosel (*Dipterocarpus zeylanicus*, *Mesua ferrea*, *Shorea disticha*, *Megistophylla S.* y *trapezifolia*) de bosque tropical en el sudoeste de Sri Lanka.

Las plantas de semillero fueron controladas durante 2 años dentro de los tratamientos que eliminan, o bien tres filas o una fila de pinos, un dosel borde de tratamiento y un control que dejó intacto el dosel. El mayor crecimiento y masa seca para todas las especies se encontró en el dosel con la eliminación de copas a partir de claros inducidos. En particular, *Trapezifolia s. disticha*, exhibió el mayor crecimiento en altura en estos tratamientos. En las tres hileras de dosel de eliminación, *Mesua ferrea*, tuvo una menor masa seca que las otras especies.

Las diferencias se muestran en el número y superficie de las hojas entre las especies *Shorea trapezifolia* y en menor grado *S. disticha*, presentaron aumento de superficie mediante el incremento de la producción de hoja. *Dipterocarpus zeylanicus*, fué en menor grado, *M. ferrea* reflejó también aumento de superficie al incrementar el tamaño de hojas individuales.

Directrices basadas en los resultados de este estudio recomiendan que las especies que crecen mejor son las plantas de semillero, cuando se plantan en las aberturas o claros, creados por la supresión de tres filas de Pino en el dosel. Cuando se quiere la plantación sin la eliminación del dosel se requiere (Enriquecimiento en Fajas), *S. disticha* o *megistophylla* debe ser seleccionado debido a la sombra y con mayor tolerancia a la sequía. Este experimento demostró que *Pinus caribaea*, puede ser utilizado como tratamiento para facilitar la creación de bosques en sitios sensibles.

Por su parte, Francisco Ariza (2008), analizó los efectos en las plantas y las comunidades vegetales de los factores luz, temperatura, atmósfera y viento en un bosque del mediterráneo en su trabajo para la Universidad de Murcia, España. Fijó objetivos que perseguían observar la diversidad vertical y horizontal de un bosque de encinos en el mediterráneo, medir la incidencia de la luz en las diversas partes del bosque y la relación entre sus variaciones y las irregularidades detectadas en algunas zonas del bosque, Intentó relacionar las variaciones de la intensidad luminosa con la diversidad vertical y horizontal del bosque estudiado, el tiempo requerido para su desarrollo fue de 10 horas en el campo.

Para la metodología buscó una masa forestal del encinar lo suficientemente amplia y en un lugar relativamente accesible para su estudio. Eligió una parcela de 500 metros cuadrados en la que se seleccionaron varias zonas con diversos niveles de estructuración de la vegetación bosque cerrado, claros, y bordes. Las áreas fueron lo suficientemente cerca unas de otras para que en el plazo de media hora se pudieran tomar medidas luminosas en todas ellas. Luego realizó un listado de especies con estimación de su cobertura en tanto por ciento en las zonas a analizar, la superficie fue suficientemente homogénea, desde el punto de vista de la luminosidad. Luego en tres días diferentes, en condiciones de insolación distintas (día

soleado, parcialmente nublado y cubierto), realizó diversas medidas de intensidad luminosa con un luxímetro digital. Luego con mediciones a distintas alturas en cada una de las áreas elegidas, en el estrato superior se midió la insolación directa (orientando el luxímetro al sol), y en todas las zonas se midió la luz difusa (dirigiendo el sensor hacia la dirección solar pero sin recibir directamente su luz) y la luz reflejada (dirigiendo el sensor hacia la vegetación).

Los datos fueron tabulados y realizó un análisis de multivariantes canónicos introduciendo los datos de vegetación y los datos de luminosidad en sendos ficheros. Los análisis se basaron en determinar los porcentajes de filtración de luz en las distintas áreas analizadas, la vegetación de las zonas más claras respecto de las más densas, especies que parecen más esciófilas y las más heliófilas. Entre los resultados obtenidos, se encontró que hay diferencias significativas tanto cualitativas como cuantitativas entre la interceptación de luz por el bosque y las plantas presentes en las diversas partes del mismo. Las irregularidades en la estructura del bosque mediterráneo se pueden interpretar también en términos de sucesión a través del fenómeno de la facilitación. En los claros prosperan especies heliófilas, poco resistentes a la sombra del bosque, mientras que en el encinar cerrado sólo especies tolerantes a bajas intensidades luminosas pueden desarrollarse adecuadamente. Los árboles, con su sombra, facilitan la instalación de plantas esciófilas. Ariza, (2008).

Entre las conclusiones más relevantes, determinó que en los bosques la interceptación de luz determina una disminución notable entre la zona de copas y las áreas próximas al suelo. Cuanto más compleja es la estructura del bosque mayor la interceptación lumínica, por lo que el fenómeno alcanza su máximo en pluvisilvas y laurisilvas (ecosistemas variados). Los bosques esclerófilos mediterráneos (encinares), presentan una estructura

relativamente simple, pero aún así las hojas perennes de los árboles interceptan y reducen las tasas de iluminación en el sotobosque. Muchos de estos bosques, están regenerando, por lo que en ellos es aún fácil observar una estructura irregular, con abundantes claros en los que todavía pueden prosperar plantas relativamente heliófilas.

2.2.2 El enfoque de los esfuerzos, experiencia en Venezuela

En Venezuela, hasta los momentos, existe poca información relacionada con los procesos de restauración ecológica natural sobre plantaciones de pino caribe. Las líneas de investigación han sido dirigidas a revisar los procesos de correlación entre plantaciones de pino y otras especies forestales, sobre la vegetación nativa de un lugar, indagando la influencia e impactos que se pudieran originar sobre el crecimiento y riqueza en las especies de los bosques primarios o de origen secundario presentes en el país, sobre todo para los procesos de sucesión natural, dado que el manto húmico de las coníferas (colchón de acículas), influye abiertamente en el establecimiento de especies del sotobosque de un ecosistema en desarrollo, tal como lo explico Whitmore, (1997).

En principio, Norma F y Luz Herrera (1985), estudiaron el impacto de las plantaciones de coníferas sobre la vegetación originaria del páramo de Mucubají, en el estado Mérida. El objetivo fundamental de su investigación, fue determinar la información necesaria para estimar, por comparación, el impacto que causan las plantaciones de coníferas sobre la vegetación originaria en el páramo de Mucubají, y verificar el uso de sistemas estadísticos para la estimación del impacto de esta actividad sobre la vegetación nativa del páramo, dado que en el área de Mucubají, se desarrollo un sistema de plantaciones de coníferas en el año 1965. Con

fines experimentales, esta zona fue escogida por presentar ecosistemas típicos del páramo, con sus características periglaciales y el gran valor protector y científico dentro de los límites del Parque Nacional Sierra Nevada.

La metodología usada, se basó en el diseño de planillas de campo, el análisis de la vegetación se realizó a partir de 42 transectas, por el método de Intersección Lineal, descrito por Canfield (1941). La unidad de muestreo, es una línea sobre la que se hace la proyección del espacio ocupado por la vegetación natural, para lo cual hallaron la presencia en cada estrato de vegetación natural en puntos separados por 1m de distancia, sobre la transecta de 25 metros de largo. A lo extenso de cada transecta, demarcaron cada metro y en cada metro determinaron la presencia o ausencia de una determinada especie vegetal. A partir de los análisis con ecuaciones de valor importancia y transformados en el programa estadístico ANAVAR, los resultados de esta investigación arrojaron claramente la existencia de una correlación negativa entre la cobertura de coníferas plantadas y la cobertura de especies arbustivas y especies autóctonas en general.

A partir de los Índices de Valor Importancia, determinaron una significativa disminución en la diversidad de especies, por lo que el desarrollo a gran escala de plantaciones de coníferas en ecosistemas de páramo, conlleva a la disminución de la diversidad florística en la comunidad vegetal. Entre sus recomendaciones resaltan, realizar más investigaciones en esta zona, además de analizar abiertamente los suelos que pudieran influir en el crecimiento de la vegetación.

Por otro lado, Leonardo Lugo S. *et al.* (2006), estudiaron la relación entre la mortalidad de la vegetación y los suelos en las plantaciones de Pino caribe del Oriente de Venezuela con el objeto de relacionar la mortalidad de la

vegetación natural y las plantaciones de *Pinus caribaea*, var. *hondurensis* de 10 y 12 años de edad, en los suelos de los Llanos Orientales de Venezuela. El procesamiento de la información incluyó análisis de varianza, métodos de regresión múltiple y pruebas χ^2 . Aunque los resultados evidenciaron que la mortalidad se presenta sobre una amplia variabilidad edáfica (Entisoles, Ultisoles y Oxisoles), la mayor frecuencia e intensidad se presentó sobre los suelos arenosos (más de 75% de arena), con baja proporción de arcilla y limo (menos de 15%), baja reserva de humedad y extremadamente pobres químicamente. La metodología se basó en la escogencia de las zonas de mayor afectación por mortalidad en el año 1996, en los sectores de plantación Uverito, Mesa de Los Hachos y Coloradito, sobre un mapa a escala 1:10.000, y mediante un muestreo aleatorio simple, se ubicaron 46 parcelas, cuya superficie fue de 400 m² cada una (20 m x 20 m), distribuidas en: 36 parcelas en plantaciones de 10 años de edad y 10 parcelas en plantaciones de 14 años (sólo para el sector Coloradito), evaluando para cada una de las parcelas a través del porcentaje de mortalidad, altura total de los árboles con precisión al decímetro, diámetro a la altura de pecho con precisión al milímetro y finalmente el área basal (m²/ha) como indicativo de la ocupación del sitio (Vincent, 1979). La información fue analizada mediante el paquete estadístico SAS ® (1994), utilizando la técnica de Análisis de Varianza univariante, para determinar diferencias significativas al 5% ($\alpha=0,05$) y prueba de comparación múltiple.

Los resultados indicaron que el mayor porcentaje de mortalidad fue observado en el sector Mesa de Los Hachos (70%), sector dominado ampliamente por suelos de texturas gruesas, seguido de Uverito (44,4%), Coloradito (36% y 12% para las plantaciones de 1982 y 1986). Las plantaciones se desarrollaron sobre suelos extremadamente pobres, los cuales presentaron bajos contenidos de materia orgánica, nitrógeno, fósforo,

muy baja capacidad de intercambio catiónico, de reacción extremadamente ácida, déficit de cationes básicos, media a alta saturación por aluminio en el complejo de intercambio catiónico; con texturas predominantemente arenosas y baja reserva de humedad.

Entre las aseveraciones mas importantes, concluyeron que, a pesar de la amplitud ecológica y edáfica que tiene la especie en su área de distribución natural, el déficit de humedad que se presenta durante la mayor parte del año en el área de estudio, así como la extrema pobreza química de los suelos y su baja capacidad de almacenamiento de humedad disponible, constituyen los principales factores que originan una desviación significativa de las condiciones óptimas para su desarrollo, lo cual afecta severamente su crecimiento y su capacidad de sobrevivencia.

Jerez R. Mauricio, Lawrence V. y Ana Y. Moret en el año 1999, evaluaron un modelo de competencia para las plantaciones de teca (*Tectona garandis*), del área experimental de la Reserva Forestal Caparo (Barinas-Venezuela) donde probaron, un conjunto de modelos de competencia basados en el índice de Bella 1971 a fin de representar el efecto de la competencia intraespecífica sobre el crecimiento de los árboles en plantaciones de teca ***Tectona grandis***, de 22 años de edad y el sotobosque nativo. Para desarrollar los modelos tomaron una muestra de árboles en parcelas permanentes de rendimiento establecidas en la Unidad Experimental de la Reserva Forestal Caparo (Barinas, Venezuela), Para determinar la relación diámetro de copa - diámetro a la altura de pecho bajo condiciones de crecimiento libre (*rdc-d*), esencial para el desarrollo del modelo; la relación *rdc-d* ajustada a un modelo potencial ($y = aX^b$) mediante regresión no lineal ($R^2 = 0,82$). Utilizaron análisis de regresión lineal y no lineal para predecir incrementos diamétricos, periódicos en función de diversas variantes del índice de Bella. El modelo potencial ajustado por regresión no lineal ($y =$

axb) se destacó como predictor del incremento diamétrico. Los mejores modelos fueron validados correlacionando las estimaciones de incremento generadas por los índices y los valores reales observados para un nuevo conjunto de datos.

El modelo de Bella es una extensión del concepto de “zona de influencia” de un árbol, ya manejado anteriormente por otros autores (Staebler, 1951; Newnham, 1966; Opie, 1968; Gerrard, 1969 citados por Vincent, 1983) donde se asume que ésta es proporcional a su tamaño, de manera tal que árboles más grandes tendrán una zona de influencia mayor y por lo tanto un mayor “peso” competitivo. El modelo considera que los árboles cuyas zonas de influencia se traslapen, se hallan en competencia.

Para el análisis de los resultados, a partir de listados de mediciones anuales de circunferencia generados por el sistema de información SINFOPLAN2 crearon un archivo con los incrementos diamétricos anuales de cada árbol central de las parcelas para el período 1989-1996 (16-23 años de edad) que se unió al que contenía los índices de competencia. Descartaron incrementos con valor cero o negativo, ya que no presentaron correlación con los índices de competencia ni con el d (diámetro). Ello puede ser el reflejo de otras condiciones diferentes a la competencia, tales como problemas de suelo, enfermedades, etc. Hicieron análisis de la correlación de los índices con combinaciones de los incrementos corrientes y medios anuales para cada árbol central, considerando períodos de dos, tres y seis años (1993-1995, 1992- 1995 y 1989-1995). Usaron los métodos de Pearson y de Spearman. Adicionalmente, analizaron la correlación entre incrementos diamétricos y d (diámetro).

Los resultados indicaron que el crecimiento diamétrico de la teca puede ser pronosticado con cierta precisión a través del uso de modelos derivados del

índice de competencia de Bella. El modelo de Bella resultó muy sensible al parámetro *EX*, el cual está relacionado con la tolerancia de la especie.

2.3 MARCO LEGAL

El principal nivel jerárquico legal, que vela por la preservación del ambiente y en consecuencia por la vida útil de los bosques, bajo la premisa del desarrollo sustentable, lo representa abiertamente la Constitución de la Republica Bolivariana de Venezuela de 1999, tal como se indica en el “Artículo 127”, donde “Se establece como un derecho y un deber, para cada generación de venezolanos proteger y mantener el ambiente en beneficio de si misma y de las generaciones futuras, para ello el estado protegerá el ambiente y la diversidad biológica, genética, *los procesos ecológicos*, los parques nacionales y monumentos naturales, y demás áreas de especial importancia ecológica”. De esta manera, se le da realce a la interrelación hombre – medio. Por otro lado, se indica que debe haber participación de la sociedad, a fin de garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costa, el clima, la capa de ozono y las especies vivas sean especialmente protegidos.

Conforme con lo expuesto en el artículo anterior, el estado debe desarrollar una política de ordenación del territorio, atendiendo a las realidades ecológicas, geográficas, poblacionales, sociales, culturales, económicas y políticas, de acuerdo con las premisas del desarrollo sostenible, que incluya la información, consulta y participación ciudadana, con miras a un eficiente uso de las capacidades del suelo (Artículo 128).

Luego, en un marco más específico, se decreta con Rango de Valor y Fuerza de Ley, la Ley de Bosques y Gestión Forestal, Decreto N° 6.070, publicado en Gaceta N° 38.946 de fecha 5 de junio 2008. En el Título III del Patrimonio Forestal, en el Capítulo I, se define “**Bosques Nativos**”, a las formaciones boscosas, naturales, de especies autóctonas que ocupen una superficie mínima de mil metros cuadrados (1000 m²), donde la cobertura arbórea sea mayor al 10 %. La visión del decreto, es asegurar su conservación y protección donde quiera que este se localice en el territorio nacional.

De igual forma, se establece en el Artículo N° 21 Para la Defensa y conservación del Bosque Nativo. “El Estado, por causa de utilidad pública, con base en estudios técnicos, mediante sentencia firme y previo pago de justa indemnización podrá expropiar terrenos cubiertos de bosques, nativos, que constituyan relictos del ecosistema forestal de la zona, o cuya preservación sea fundamental para el mantenimiento del equilibrio y conservación de la diversidad biológica.”

Paralelamente, en el Capítulo II sobre las Plantaciones Forestales, se persigue privilegiar su importancia y el valor ambiental, considerándolas como bosques establecidos mediante transplante o siembra de especies forestales nativas o exóticas. En efecto, el propósito es fomentar el establecimiento de plantaciones forestales, a nivel nacional, como estrategia fundamental para favorecer la recuperación de cobertura boscosa y reducir la presión sobre el bosque nativo como proveedor de bienes forestales (Artículo N° 26).

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 Consideraciones Generales

En función de las características derivadas del problema y de los objetivos delimitados al inicio de la investigación, en el marco metodológico del presente estudio, se explica anticipadamente los procedimientos más apropiados que se emplearon para recopilar, analizar y presentar los datos. En tal sentido, se desarrollaron aspectos relativos al tipo de estudio, y el diseño de la investigación, que en este caso, obedece a una investigación del tipo experimental, investigación donde las condiciones se controlaron de tal manera que una o diversas variables independientes se puedan manipular para probar una hipótesis sobre una variable dependiente. Una variable (independiente) se manipula y se mide su efecto sobre otra variable (dependiente), controlando otras variables que puedan confundir la relación. (Balestrini 2006).

Por otra parte, la población que se estudió, así como el número total de sujetos que la integran, la muestra que se eligió y la manera de seleccionarla, las técnicas e instrumentos que se emplearon en la recolección de los datos y las características de los mismos, las formas de clasificación, presentación, y el análisis e interpretación de resultados, se esquematizan a continuación, a fin de mostrar las evidencias más significativas, procedentes de las respuestas de la vegetación nativa ante la plantación de Pino caribe.

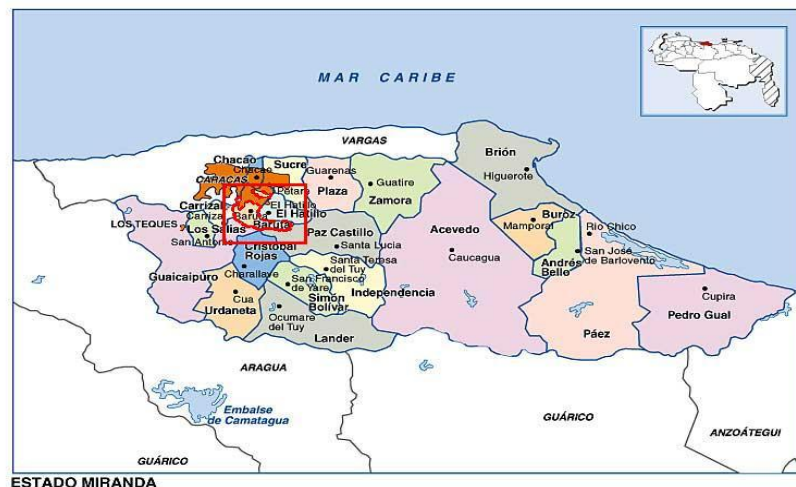
3.2 Diseño de la Investigación

Se aplicó un diseño del tipo experimental. Este tipo de diseño fue de campo y se realizó bajo las condiciones naturales de los sujetos estudiados, con una duración de seis (6) meses. Tal como lo refiere Kelinger (1990), “el experimento de campo es un estudio de investigación en una situación real, donde una o más variables independientes, son manipuladas por el experimentador, bajo condiciones controladas, con el máximo cuidado que permita la situación”.

3.2.1 Unidad de Muestreo

La ejecución del estudio, se centró en el establecimiento de una parcela, en la plantación de Pino Caribe de la Universidad Simón Bolívar (U.S.B.), localizada a 700 metros del campo deportivo universitario. Figura N° 3, 4 y 5.

Figura n° 3 Plano Ubicación Político Nacional y Regional del Proyecto.



Fuente: Mapas de Venezuela, Estados y Municipios. <http://www.a-venezuela.com/mapas/map/html/estados/miranda.html>.

Figura N° 4. Croquis ubicación local dentro de la Universidad Simón Bolívar Sartenejas Municipio Baruta Estado Miranda



Fuente: Croquis Universidad Simón Bolívar, <http://www.usb.ve/mapa/mapa.html>.

Figura n° 5 Imagen de Planta, Ubicación de la Parcela en la Plantación de Pino Caribe Zona Norte U.S.B.



Fuente, Image Google, © 2008 Digital Globe

Dicha parcela se levantó, con la ayuda del personal técnico, asociado a la unidad de Guardabosques del área de Planta Física de la U.S.B. La orientación de la misma fue *perpendicular* al sentido de la pendiente, sobre una pequeña fracción de la plantación, que abarcó un área de 2.400 m^2 , de forma rectangular, con 40 m de ancho, por 60 metros de largo. La ubicación perpendicular, obedece a tener una mejor cobertura sobre el terreno y disminuir el consumo de energías (Figura N° 4, Anexo N° 4)

Figura N° 6 Disposición Perpendicular de la parcela en la plantación de Pino caribe



Fuente, Image Google, © 2008 Digital Globe

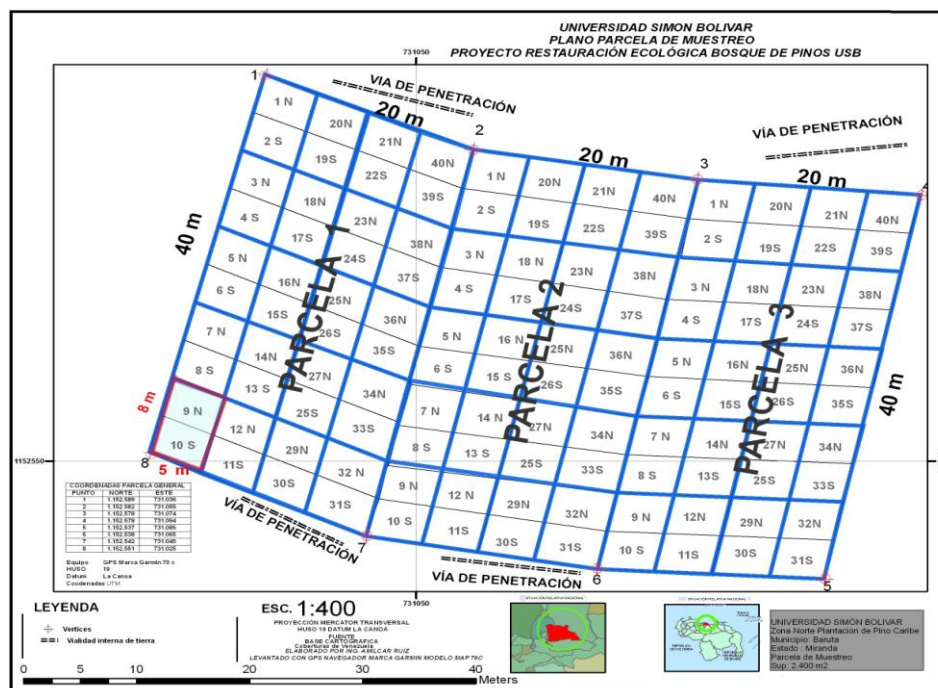
Una vez establecida la parcela, se procedió a demarcar tres (3) subparcelas internas de 20 m de ancho y 40 metros de largo, cada una de 800 m^2 , para aplicar los tratamientos establecidos en el plan de trabajos indicados en los objetivos de la investigación.

Seguidamente al establecimiento de cada una de las parcelas de 800 m^2 , el esquema de trabajo se sintetizó de la siguiente manera:

3.2.2 Tamaño de la unidad de Muestreo y Subdivisión de Parcelas.

Cada parcela de 800m² se subdividió en parcelas permanentes más pequeñas de 8 m x 5m, y éstas, a su vez, se subdividieron en parcelas temporales, de 4 m x 5 m, obteniéndose una cuadrícula de parcelas ciertamente identificadas y con mayor precisión sobre el terreno, a fin de ubicar fácil y rápidamente la vegetación censada en el lugar de estudio. A todas las parcelas se les asignó un código de identificación, el cual se ilustra en la figura N° 7, donde se refleja el mapeo, tanto de los individuos arbóreos, arbustos y regeneración natural sobre el terreno, como de la plantación de pinos inventariados. (Figura N° 6).

Figura N° 7 Plano subdivisión de parcelas y numeración interna



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 3 Coordenadas Referenciales UTM**COORDENADAS PARCELA GENERAL**

PUNTO	NORTE	ESTE
1	1.152.589	731.036
2	1.152.582	731.055
3	1.152.578	731.074
4	1.152.578	731.094
5	1.152.537	731.085
6	1.152.538	731.065
7	1.152.542	731.045
8	1.152.551	731.025

Equipo	GPS Marca Garmin 76 c
HUSO	19
DATUM	La Canoa

3.2.3 Inventario Forestal de Pino caribe

Cada pino se identificó con cinta de color y marcador indeleble, se midió su diámetro a la altura de pecho (D.A.P =1,30 m), la altura de copa y de fuste, además de cualquier otra información adicional inherente al estado fitosanitario o arquitectura del individuo, entre otros elementos de interés que pudieran resaltar.

El inventario se realizó en sentido perpendicular a la pendiente del lugar, orientación norte a sur, para tratar de obtener un barrido completo de cada parcela. Cada árbol se demarcó con cinta métrica y ploteó en un plano, a fin de obtener su ubicación geográfica y su separación con respecto a los demás, dicha información se plasmó sobre un plano con coordenadas Norte – Este, a partir del uso del programa computarizado *ArGIS 9.1* ® , tal como se indicó en la figura N° 7.

3.2.4 Inventario Florístico, Censo de vegetación Nativa

Se identificaron y se demarcarán cada uno de los individuos de las especies leñosas (arbustos y árboles) presentes en el lugar como producto de la colonización natural. Dicha medición es similar a la del inventario forestal, constó, de la toma de los datos de diámetro a altura de pecho y la altura de cada individuo por igual, estos datos se registraron en planillas de campo, conjuntamente con la información de los cuadrantes y subparcelas a las que correspondía.

Una vez identificados todos los elementos arbóreos y arbustivos presentes en el lugar, se identificaron paralelamente las especies rastreras, trepadoras, y gramíneas, en general, que están colonizando el bosque.

Para la distinción de las especies, se tomaron muestras, con prensado, descripción e identificación con clave botánica en el Herbario de la Universidad Simón Bolívar, la mayoría fueron identificadas por especialistas del área de Ecología Vegetal de U.S.B, como el Doctor Zdravko Baruch (Departamento de Estudios Ambientales) y la doctora Aniuska Kazandjian, (Departamento de Biología de Organismos), y el apoyo de estudiantes tesistas de la carrera de Biología. Se obtuvo un inventario florístico sobre el lugar, y así el control de data de las especies que hay en el presente y cuales podrían colonizar en el futuro.

La vegetación herbácea y graminoide y las plantas leñosas, menores o mayores 1 cm. de diámetro, se midieron en 10 subparcelas de 4m x 5m a partir de un muestreo aleatorio estratificado, aplicando una intensidad de muestreo del 25 %, con 85 % de confianza.

3.2.5 Aspectos Climáticos

Se levantó la información necesaria concerniente a las condiciones físico natural del lugar, para tener un control de algunas de las variables clima. entre los datos considerados se tiene: humedad relativa, temperatura, precipitación y las condiciones físico químicas del suelo, a partir de estaciones meteorológicas cercanas y de proyectos paralelos del campo universitario procesados en el lugar e información procedente del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH).

3.2.6 Condiciones Físico – Químicas del Suelo

Una vez obtenidos todos los datos del inventario florístico – forestal del lugar y de las condiciones de humedad y temperatura del suelo, fue necesario determinar la caracterización físico – química del substrato sobre el cual se sujeta toda la comunidad de elementos arbóreos, plantas emergentes, herbáceas, gramíneas y enredaderas, presentes en la parcela.

En cuanto al muestreo del suelo, la parcela presenta una dimensión que alcanza aproximadamente un cuarto de ha (1/4 ha), es decir 2.400 m^2 , esto significa que las condiciones de variabilidad del suelo en cuanto a superficie fue un factor poco limitante, mientras los factores que tienden a diferenciar el suelo más que por superficie, lo fueron el desnivel topográfico del lugar, el cual presento una pendiente de un 45 % y el material parental (en este caso arenisca); es por ello que el muestreo y análisis de suelo, se realizó en función de la pendiente, por ser uno de los factores mas limitantes en el proceso de evolución del suelo (in situ). Para dicha investigación, los análisis de laboratorio, fueron procesados por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del estado Mérida (INIA). Los criterios para muestreo y descripción de los mismos, son los sugeridos por las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO, 2006).

Según las razones expuestas en el párrafo anterior, se tomaran 18 muestras de suelo, siguiendo el desnivel topográfico presente en el sitio, la parcela general, se subdividió en tres subparcelas individuales, a cada una de las cuales se les tomó dos muestras de suelo a una profundidad de 25 cm en dos períodos (mayo y noviembre 2008) cm, en función de la capa arable de mayor actividad biológica de las raíces, y la interacción entre luz, suelo y respuesta de la vegetación pionera de la zona. Las muestras fueron tomadas en la parte norte, media y sur de cada subparcela, específicamente en los cuadrantes (19S, 16N, 13S) de las parcelas I, II y III. Tal como se indica en la figura N° 9; señalando los cuadrantes con color amarillo y el punto de extracción de la muestra con color rojo.

Figura N° 9 Selección de Parcelas para Muestras de Suelo, a profundidades de 25 cm.

	Parcela N°I				Parcela N°II				Parcela N°III			
Estrato I	1	20	21	40	1	20	21	40	1	20	21	40
	2	19	22	39	2	19	22	39	2	19	22	39
	3	18	23	38	3	18	23	38	3	18	23	38
Estrato II	4	17	24	37	4	17	24	37	4	17	24	37
	5	16	25	36	5	16	25	36	5	16	25	36
	6	15	26	35	6	15	26	35	6	15	26	35
Estrato III	7	14	27	34	7	14	27	34	7	14	27	34
	8	13	28	33	8	13	28	33	8	13	28	33
	9	12	29	32	9	12	29	32	9	12	29	32
	10	11	30	31	10	11	30	31	10	11	30	31

Fuente. Elaboración propia

Las propiedades determinadas, fueron fundamentadas en los siguientes parámetros:

- Fertilidad (porcentajes de macro y micro nutrientes),
- Contenido de humedad a campo, (determinado gravimétricamente sobre la base de peso seco a estufa (105°C));
- ph (H₂O), (1:1, p/p), ph (KCl), 1N (1:2,5; p/v) por determinación potenciométrica, para ver el grado de acidez o basicidad que presentaba el suelo ante la influencia de los pinos,
- Materia orgánica total (por combustión seca) y nitrógeno total (por el método de Kjeldahl), para analizar la capacidad de mineralización sobre el suelo,
- Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio disponible para determinar la fertilidad sobre el suelo,
- Aluminio intercambiable. Estos datos, fueron procesados y analizados en el laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del estado Mérida INIA.

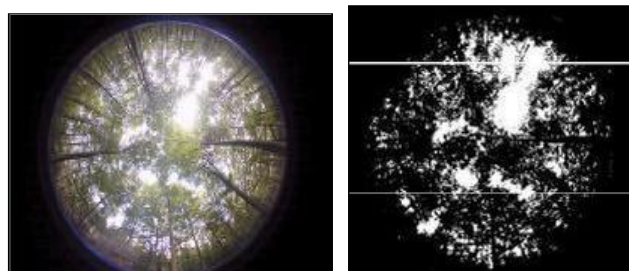
3.2.7 Peso seco y húmedo de la hojarasca

Después de la medición y censo del sotobosque, se pesó la hojarasca acumulada en las parcelas, tomando de las subparcelas de 4 m x 5 m. Se incluyó en esta medición toda la biomasa de hojas, ramas y ramillas. Para este efecto, se utilizaron 5 subparcelas aleatorias, de cada parcela general de 800m². En cada subparcela se tomó una muestra de hojarasca, con un recipiente de forma circular, el cual presentó un diámetro de 10 cm. (0,1 m) y cuya área es 0,0079 m², que luego por estimación en referencia a las dimensiones de la parcela y el peso húmedo en la balanza, se calculó la cantidad de hojarasca en kg/m².

3.2.8 Determinación del nivel de cobertura, de acuerdo al porcentaje de sombras de la plantación de Pino Caribe.

El nivel de cobertura, se determinó, a partir de la fotografía hemisférica (Silvano, 2006). Ésta provee de una vista hacia arriba de todo o parte del cielo. Usualmente este tipo de imágenes se obtienen con una cámara de video o fotográfica equipada con un lente hemisférico o de “ojo de pez” (*fish-eye lens*) (Figura N° 10), que se apunta hacia el cenit. La fotografía así lograda provee al investigador de un registro permanente que puede ser luego analizado para determinar qué partes del cielo son visibles y cuales están siendo obstruidas por el dosel del bosque. Así, se convierte en una fuente valiosa de información sobre la posición, tamaño, densidad y distribución de los claros del dosel. Con ella se capturaron las diferencias en la arquitectura del dosel, debidas a las especies, basándose en la atenuación de la luz y el contraste dentro de la foto (cielo versus dosel).

Figura 10 Fotografía Hemisférica a Color y Binaria (sombras blanco y negro)



Fuente Silvano, 2006

El análisis de fotografías hemisféricas se realizó con programa de análisis de imágenes; algunos de ellos son genéricos y gratuitos como el Scion Image, y el Image J, que pueden descargarse de Internet sin costo, aunque existen también “*plugins*” para programas comerciales de edición de imágenes como Adobe Photoshop. Además, existen un software hecho expresamente para el

análisis de fotografías hemisféricas del dosel de bosques, pudiendo mencionarse el **HEMISFER** ® **9.0** Software usado en la presente investigación, otros como Hemi-View, el Tropenbos Hemiphot y el Regen WinScanopy,. Programas como éstos, facilitan el análisis y procesamiento de grandes números de fotografías.

Las fotografías se tomaron en la divisoria de 10 m de cada subparcela de 800 m² y a cada 8 m de separación para un total de 6 fotos por subparcela o un total de 18 fotos de la parcela general. Las imágenes se tomaron con una cámara Nikon D70s, Lente Nikon DX, (ojo de Pez, 180° en su máximo ángulo). Luminosidad de 1:3.5 - 4.5G ED.

3.3 Diseño Experimental

Por último, cumplidas las fases 1 a la 8 anteriormente expuestas, se efectuaron dos tipos de mediciones sencillas, evaluando la vegetación natural sobre el lugar, para constatar la respuesta sucesional del proyecto, ó la restauración ecológica natural.

En tal sentido, se aplicaron mediciones en cada parcela general, las cuales son:

- Mediciones bajo Claros Naturales
- Mediciones bajo Sombra

3.3.1 Mediciones bajo Claros Naturales sobre la plantación de Pino Caribe.

Se señaló la posición de los claros como uno de los objetivos fundamentales del proyecto. En este caso de las tres parcelas de 800 m², se escogió la parcela uno (I) que posee el 50 % de intensidad en claros naturales (menor densidad de pinos por metro cuadrado). Luego, se efectuó el censo florístico de toda la comunidad vegetal, de acuerdo al cronograma estipulado (Anexo N°1).

Se escogió la parcela uno (I), por tres razones fundamentales:

- 1 En primer lugar, presento la mayor disponibilidad de radiación solar con una intensidad del 50 % en comparación a las parcelas II y III.
- 2 Estaba ubicada a un extremo del ensayo a desarrollar, es decir recibe la influencia directa del bosque nativo al oeste del la parcela original.
- 3 En tercer lugar, la densidad de pinos se encuentra en el orden de 34 árboles en 800 m²

Se escogieron de forma aleatoria simple y estratificada, 10 subparcelas de 4m x 5 m, en cada una, se censó todas las especies vegetales presentes, desde las gramíneas hasta las especies leñosas con diámetros menores o mayores a 1 cm. (1cm <d >1cm). Ver figura N° 11

Figura N° 11 Selección de parcelas a partir de muestreo aleatorio simple y estratificado

Parcela N°I					Parcela N°II					Parcela N°III				
Estrato I	1	20	21	40	1	20	21	40		1	20	21	40	
	2	19	22	39	2	19	22	39		2	19	22	39	
	3	18	23	38	3	18	23	38		3	18	23	38	
Estrato II	4	17	24	37	4	17	24	37		4	17	24	37	
	5	16	25	36	5	16	25	36		5	16	25	36	
	6	15	26	35	6	15	26	35		6	15	26	35	
Estrato III	7	14	27	34	7	14	27	34		7	14	27	34	
	8	13	28	33	8	13	28	33		8	13	28	33	
	9	12	29	32	9	12	29	32		9	12	29	32	
	10	11	30	31	10	11	30	31		10	11	30	31	

Fuente: Elaboración Propia

3.3.2 Mediciones bajo Sombra sobre la plantación de Pino caribe.

Las parcelas (II) y (III), quedaron como testigo, es decir sin claros naturales en la plantación de pinos; escogidas así por su naturaleza, y por presentar la mayor densidad de pinos (60 pinos en 800 m²), de manera tal que sirva de base de comparación para la medición de especies bajo sombra y las especies al descubierto (en claros naturales).

En resumen, se escogieron de forma aleatoria y estratificada, 10 subparcelas en cada parcela general para aplicar dos (2) mediciones, bajo sombra (parcelas II, III) y al descubierto (parcela I). Las mediciones se realizaron en subparcelas de 4 m x 5 m. De esta manera, se cumplió con la fase de evaluación.

Las mediciones de las variables tomadas durante el censo inicial, fueron efectuadas en un plan de trabajo de seis meses, esto, permitió analizar una serie de resultados que abarcaron los siguientes:

- 1 El crecimiento en Clases Diamétricas
- 2 Diámetro Promedio (cm / año)
- 3 Altura Promedio (cm / año)
- 4 Área Basal / Árbol /año (m²)
- 5 Área Basal / ha / año (m²)
- 6 Densidad (Árbol / ha)
- 7 El Índice Valor Importancia (IVI).
- 8 Dominancia de especies

3.4 Variables

La presente investigación se orientó al manejo de variables que permitían evaluar la vegetación nativa, a partir de la colonización de especies en las parcelas experimentales de la plantación de pino de la U.S.B con fines de restauración ecológica. A continuación en la tabla N° 3 se muestra con detalle, la matriz del sistema de variables y su operacionalización.

Tabla N° 4 Operacionalización de variables

Variable	Definición	Dimensión	Indicadores
Luz	Disponibilidad de radiación solar, sobre la vegetación natural.	Porcentajes de cobertura aprovechable en los claros de luz (Intensidad)	a) Número de individuos presentes por m ² b) Número de especies por m ²
Densidad	Número de individuos por m ²	Número de Especies leñosas, no leñosas, herbácea, y graminoide por m ²	Cantidad de individuos presentes /área, o metros cuadrados.
Diámetro a altura de pecho (DAP)	Es la mensura del tronco que representa un individuo leñoso a la altura de 1,30 m del nivel del suelo	Medido en metros	Catalogado por clases Diamétricas
Altura	Altura del individuo a partir del nivel del suelo	Medido en metros	a) Altura de fuste (aprovechable) b) Altura de Copa (Altura total con ramado)
N° Especies por metro cuadrado	Cantidad de especies vegetales presentes por metro cuadrado	Número de la especie con respecto al total de individuos presentes por metro cuadrado, por cien	Valor en Porcentaje de una especie en particular con respecto a las demás
Fertilidad	capacidad del suelo para suministrar a las plantas agua y nutrientes esenciales para su crecimiento y desarrollo.	a) La medición se refleja por proporción de elementos nutrientes en el suelo (en porcentaje %) b) Tamaños de las partículas minerales y la proporción relativa en grupos texturales (porcentajes %)	a) Se identifica por factores Físicos: textura, estructura, porosidad, aireación, capacidad de retención hídrica, estabilidad de agregados, etc. b) Se identifica por los factores químicos: capacidad de cambio de cationes, pH, materia orgánica, macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Al) c) Se identifica por factores biológicos, determinados por la actividad de los microorganismos del suelo

Fuente: Elaboración Propia

3.5 Técnicas e Instrumentos de recolección de información

Se utilizaron hojas de cálculo, Excel ®, para ordenar y almacenar los datos recogidos en campo, estos se enumeraron y cuantificaron, de acuerdo al formato de la planilla de campo anexa, los datos a procesados, son: número de individuos, diámetro a altura de pecho (DAP), altura de fuste y altura total, y la ubicación en cuadrante de cada parcela. Los valores se plasmaron en:

- El crecimiento en clases diamétricas
- Diámetro promedio (cm /año)
- Altura promedio (cm/ año)
- Área Basal / Árbol /año (m²)
- Área basal / ha / año (m²)
- Densidad (árbol / ha)
- Abundancia
- Dominancia

Para el proceso de la información se empleó el paquete estadístico Statistical Analysis System (S A S ®), con el fin de realizar los análisis de varianza correspondientes, media y desviación estándar.

Para caracterizar la vegetación natural, se realizó un análisis florístico y fisonómico. Como procedimiento para estimar la diversidad de especies de la comunidad se calculó el Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H) (Magurran, 1988), comprendiendo la riqueza (S), número de especies en la comunidad y la equitatividad (J) abundancia relativa de especies, siendo:

$H: - (p_i \times \ln p_i)$ donde p_i : proporción de la especie i, J: $H/H_{\text{máx.}}$, $H_{\text{máx.}}: \ln S$ (Ricklefs, 1998; Hunter, 1999).

Para caracterizar la composición de la comunidad vegetal no es suficiente considerar sólo la riqueza como parámetro, dado que algunas especies son comunes y otras raras. La diversidad, considerada en sus dos componentes,

puede utilizarse como un indicador del grado de impacto que un factor exógeno — plantaciones, puede generar sobre la comunidad vegetal natural (Schlichter *et al.*, 1980). Puede variar de 1 hasta la diversidad máxima ($S: H_{máx}$) dependiendo de la uniformidad de las abundancias de las especies (Ricklefs, 1998).

De igual manera se puede denominar como Índice de Importancia (IVI) de cada especie (Curtis y Cottam, 1962), como: $IVI = A\% + D\%$ donde

- A%: (abundancia absoluta / número total de individuos) $\times 100$.
Abundancia absoluta: número de individuos de una misma especie dentro de la parcela en estudio,
- D%: (dominancia de la especie / dominancia total) $\times 100$, dominancia de la especie: sumatoria del área basal de los individuos de la especie, donde área basal: $(CAP) \frac{2}{4\pi}$.

3.6 Análisis e interpretación de los Datos

Para la interpretación de los datos, previa definición de las unidades de análisis y aplicación de las técnicas de recolección de datos, se procedió al análisis de la información proveniente de las hojas de cálculo y paquetes estadísticos. Clasificando la información por separado tanto de los pinos, la vegetación herbácea, graminoide y las plantas leñosas, mayores de 1cm de diámetro y las respuestas de los tratamientos durante todo el período de mediciones. Para ello se utilizaron tablas, gráficos e ilustración de imágenes digitales, con el fin de agrupar la gama de consideraciones explicaciones lógicas y descriptivas de los procesos de regeneración del bosque natural.

3.7 Factibilidad del proyecto

La obtención de la información fue moderadamente rápida (durante el período de seis meses). Los instrumentos de evaluación, monitoreo y control, laboratorios y materiales para la recolección de datos, fueron proporcionados

directamente por la Universidad Simón Bolívar, de manera pues, que se facilitó el sustento de las fuentes. Por otra parte, la clasificación, elaboración análisis, e interpretación y presentación de los resultados, fue enteramente factible, ya que las técnicas e instrumentos han sido tratados internacionalmente, y probados en estudios similares a nivel nacional.

Los costos de inversión expuestos en la Tabla N° 4, fueron cubiertos por el investigador, se ejecutaron de acuerdo con el cronograma de trabajo del (Anexo 1).

Tabla N° 5. Presupuesto Ejecutado

Presupuesto	
Concepto	Monto en Bs.
Papelería en general, Impresión de planos, Figuras, Fotografías, etc.	300
Fotocopias y Bibliografía Diversa	500
Encuadernación	200
Transporte	350
Análisis de laboratorio de Suelos	1500
Materiales para campo, cinta adhesiva, marcadores bolsas lápices	150
Total Estimado	3000

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO IV

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La recolección de la data se realizó de acuerdo a las matrices expuestas en el Anexo 2, 3 y 4 realizando una serie de mediciones planteada tanto para la vegetación nativa, como para la plantación de pino caribe, así como la caracterización del recurso suelo, manto de hojarasca y la digitalización de las imágenes hemisféricas sobre el dosel.

Seguidamente se muestra una serie de tablas y gráficas, que ilustran en forma resumida, los resultados obtenidos, para el plan de trabajo propuesto al inicio de la investigación, a fin de concretar, visualizar y dirimir los objetivos planteados para el tema desarrollado.

El análisis se comienza con las tablas de resultados para aspectos climáticos y el recurso suelo, seguido del análisis del contenido de hojarasca como manto húmico, luego las matrices de fotografía hemisféricas para hallar la cobertura del dosel, siguiendo con el inventario florístico de la vegetación nativa, y por último el inventario forestal para la plantación de pino caribe en general.

4.1. Aspectos Climatológicos

En estudios realizados por (García, 1972), basados en el proyecto preliminar para la reforestación del campus de la Universidad Simón Bolívar con Pinus spp, para la fecha se contaba con información de las condiciones ambientales discriminadas de la siguiente manera:

- La precipitación anual alrededor de los 1.050 mm., bien repartida durante todo el año, donde los meses de mayor caída de lluvias, fueron desde Junio hasta Septiembre.
- La temperatura media anual oscilaba en 20,5 ° C.
- La evapotranspiración media sobre lo los 900 mm
- El viento predominante S – E,
- La insolación media sobre las 5 horas diarias
- La humedad relativa sobre el 85 %
- Los suelo, para el momento, se encontraban muy degradados debido al mal uso de la tierra, y la ausencia de vegetación alta, para el momento la vegetación eran gramíneas y pocos arbustos que protegían los suelos contra la erosión intensiva.

La topografía bastante accidentada, con pendientes bastante fuertes, (entre 35 y 40 %), en la parte inferior, terrenos más o menos planos con hasta 10 % de pendiente. El uso de la tierra, estaba dedicado a cultivo de plátano, caña de azúcar, y otros para la parte inferior del valle, mientras la parte alta, siembras de café, y pastoreo. La superficie a reforestar para el momento, fue de 140 ha.

Hoy día, haciendo un análisis del histórico de precipitación media anual, con registros desde el año 1971 hasta el 2006 (tabla nº 6) y los registros mensuales del año 2008, de los datos presentados anteriormente, se tiene que la media de precipitación anual es de 83,93 mm, la precipitación mínima alrededor de 16,7 mm en para el mes de febrero, y la máxima de 154 mm, para el mes de junio, representándose como valores cuyos intervalos se corresponden

ciertamente con los periodos de lluvia y seco que se contemplan durante el año en nuestro país por su posición en el trópico.

Tal como se evidencia el gráfico N° 1, Tabla N° 6 y Anexo N° 5, los meses de mayor intensidad lluviosa son en mayo, junio, julio y agosto

Grafico N° 1 Histórico de Precipitación Media anual en (mm) del año 1971 al 2006. Estación U.S.B.

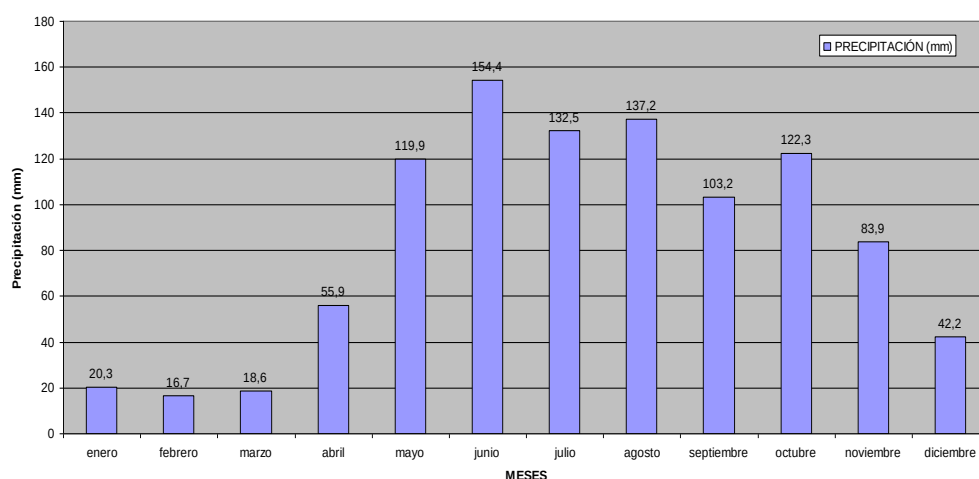


Tabla N° 6 Datos Mensuales de Precipitación en (mm)
Estación USB. Tipo PR, Serial 5057 Estado Miranda Latitud: 102507 Longitud: 665248 Altitud 1225 msnm histórico desde año 1971 al 2006.

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Prom	20,3	16,7	18,6	55,9	119,9	154,4	132,5	137,2	103,2	122,3	83,9	42,2
Porc	2	1,7	1,8	5,6	11,9	15,3	13,2	13,6	10,2	12,1	8,3	4,2
D std	22,4	32,9	34,1	53,7	59,4	75,5	46,2	42,9	37	67,9	41,8	25,9
Cv	110,2	196,6	183,5	96	49,6	48,9	34,8	31,3	35,9	55,5	49,9	61,2
Media	83,93											
Max	154,4											
Min	16,7											

Por otra parte, luego de analizar el histórico de precipitaciones del año 1971 al 2006, luego de la interrupción hasta el 2008, se tiene que para la fecha del presente trabajo de investigación, los valores medios de temperatura se encontraron en 24, 9 °C con mínimos de 16,5 °C para

enero y febrero, mientras los máximos en 29, 6 ° C, para abril y mayo, entre tanto, la humedad media se mantuvo sobre 66,4 % valor relativamente alto, con máximo en noviembre de 71,2 % y min de 58,5 en abril. De igual manera la precipitación se ubico sobre los 21,15 mm de su media mensual, con 253,8mm anual, un máximo de 87,13 mm en agosto y valores moderados en junio, julio, agosto, y octubre para el cese de las lluvias, y por ultimo la velocidad media del viento sobre los 12,55 km / h. en sentido Sur – Este, predominante mente.

Tabla N° 7 Registros Climatológicos Mensuales para el año 2008

Més	T	TM	Tm	SLP	H	PP	VV	V	VM	Vg	RA	SN	TS	FG
Ene	23	26	16,5	-	69,5	1,02	11,8	-	-		5	0	0	0
Feb	23	26	16,5	-	69,5	1,02	11,8	-	-		5	0	0	0
Mar	24,2	27,3	18,8	-	65	3,05	13,6	-	-		0	0	0	0
Abr	26,9	29,6	21,6	-	58,5	1,02	13,4	-	-		0	0	0	0
May	25,6	28,2	20,4	-	63,8	7,11	12,7	-	-		3	0	0	0
Jun	25,7	28,2	20,1	-	62,9	26,93	12,4	-	-		2	0	0	0
Jul	25,2	27,4	20,8	-	66,4	12,96	11,7	-	-		3	0	0	0
Ago	25,4	28,3	20	-	67	87,13	13	-	-		1	0	2	0
Sep	26,1	28,8	20,9	-	64,9	26,16	12,9	-	-		3	0	2	0
Oct	25,1	27,5	20	-	70,7	69,33	12,5	-	-		5	0	2	0
Nov	24,8	27,4	19,9	-	71,2	9,9	12,6	-	-		6	0	2	0
Dic	24	26,2	19,4	-	67,4	8,13	12,2	-	-		4	0	0	0
Media	24,9	27,58	-	-	66,4	21,15	12,55	-	-	-	3,08	0	0,67	0
Max	-	29,6	-	0	71,2	87,13	13,6	0	0	0	6	0	2	0
Min	-	-	16,5	0	58,5	1,02	11,7	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMEH, parque tecnológico Sartenejas USB Telef. 0212/ 535 30 11

Simbología:

T Temperatura media (°C)

TM Temperatura máxima (°C)

Tm Temperatura mínima (°C)

SLP Presión atmosférica a nivel del mar (mb)

H Humedad relativa media (%)

PP Precipitación total de lluvia y/o nieve derretida (mm.)

VV Visibilidad media (Km)

V Velocidad media del viento (Km/h)

VM Velocidad máxima sostenida del viento (Km/h)

Vg Velocidad de ráfagas máximas de viento (Km/h)

RA Indica si hubo lluvia o llovizna (En la media mensual, total días que llovió)

SN Indica si nevó (En la media mensual, total días que nevó)

FG Indica si hubo niebla (En la media mensual, total días con niebla)

TS Indica si hubo tormenta (En la media mensual, total días con tormenta)

4.1.1. Análisis con Fines de Fertilidad (Condiciones Físico-Químicas del Suelo)

4.1.1.1. Análisis Físicos Meses Mayo y Noviembre 2008

En relación a los resultados que se ilustran en la tabla N° 8 para las muestras de mayo del 2008, los ensayos físicos en las parcelas I, II, y III, reflejaron una tendencia general, a la formación de suelos *Franco arcillo Arenosos*, según la clasificación del Triangulo Textural de las normas USDA. Dicha tabla, muestra en forma particular, que los suelos de la parcela I, son suelos Franco Arcillosos, la parcela II son suelos Francosos y los de la parcela III son Franco Arcilloso Arenosos. Esto valores indican qué a pesar de presentar una capa arable poco dinámica por la limitante del colchón de acículas, en los primeros 30 cm de suelo Horizonte (A), existe una estructuración de suelo ciertamente Franca, de mediana mineralización. Según la gráfica N° 2 de relación textural Mayo 2008, se destaca que la matriz de textura más resaltante del suelo, para las tres parcelas, es ciertamente Arenosa, representadas en barras azules por las muestras m2, m3, m4, m5, m8, y m9, con valores superiores al limo y arcilla entre 32 % y 52%

Grafico N° 2 Relación Textural Por Parcela, Capa Arable Del Suelo (25 cm.) Mayo 2008

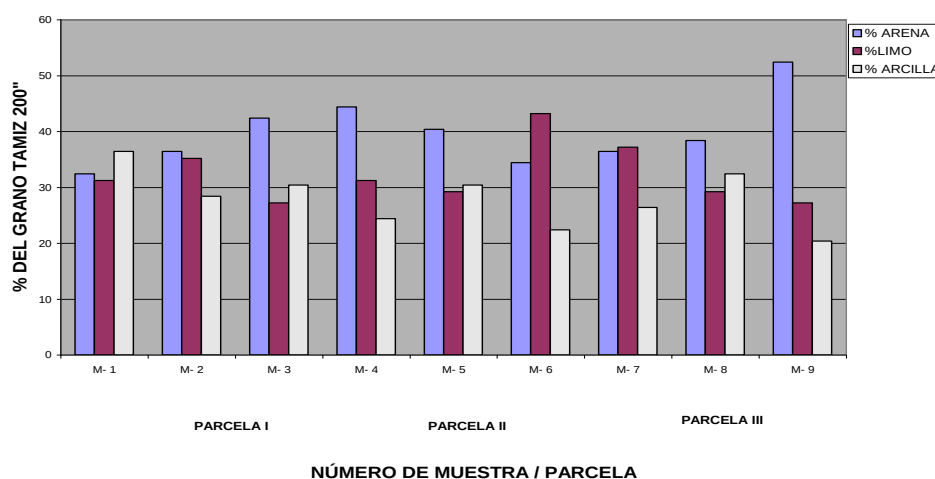


Tabla N° 8 Análisis Con Fines De Fertilidad Resultados Para Muestras Tomadas 16 Mayo 2008

	PARCELA N° I						PARCELA N° II						PARCELA N° III					
ENSAYOS	M- 1		M- 2		M- 3		M- 4		M- 5		M- 6		M- 7		M- 8		M- 9	
FÍSICO																		
% ARENA	32,4		36,4		42,4		44,4		40,4		34,4		36,4		38,4		52,4	
% LIMO	31,2		35,2		27,2		31,2		29,2		43,2		37,2		29,2		27,2	
% ARCILLA	36,4		28,4		30,4		24,4		30,4		22,4		26,4		32,4		20,4	
TEXTURA	FA		FA		FA		F		FA		F		F		FA		FAa	
HUMEDAD	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%
	3,35	11,54	3,01	10,38	2,46	8,49	1,89	6,53	2,50	8,61	3,71	12,80	2,43	8,38	2,98	10,29	6,31	21,76
QUÍMICO	VALOR		VALOR		VALOR		VALOR		VALOR		VALOR		VALOR		VALOR		VALOR	
FOSFORO (ppm)	19	M	4	B	7	B	4	B	12	B	4	B	4	B	7	B	4	B
POTASIO (ppm)	124	A	149	A	148	A	107	A	85	M	111	A	91	M	157	A	88	M
CALCIO (ppm)	87	B	75	B	120	B	126	B	93	B	196	M	122	B	120	B	77	B
MAGNESIO (ppm)	23	B	20	B	36	B	33	B	16	B	52	M	36	B	44	M	16	B
% MATERIA ORGANICA	6,9	A	6,43	A	6,9	A	5,06	A	6,22	A	6,9	A	4,51	M	6,9	A	3,32	M
PH 1: 2,5	5,2	a	5	a	5,3	a	4,9	a	5	a	5	a	4,9	a	4,4	a	4,9	a
ALUMINIO (me/100g suelo)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA 1:5 (ds*m -1)	0,1	n	0,05	n	0,04	n	0,04	n	0,05	n	0,06	n	0,04	n	0,07	n	0,05	n

Leyenda

Textura Gruesa

a: arena, aF: areno -francosa, Fa: Franco arenoso

Textura Media

FAa: franco – arcillo – arenoso, F: franco – limoso, FA: franco arcilloso, Aa: Arcillo arenoso, L: limoso

Textura Fina

A: arcilloso, AL: arcillo – limoso, FAL: franco - arcillo – limoso

Rangos

A: alto, B: bajo M: medio

p H

a: acido, ma: moderadamente ácido, N: neutro, mA: moderadamente alcalino, Alcalino.

Conductividad eléctrica

n: normal, an: anormal

Fuente: Laboratorio de Suelos Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (Mérida)

De igual forma, se expresa el análisis físico para las muestras tomadas en noviembre 2008, como se indica en la tabla N° 9, los resultados reflejan de forma global que la tendencia de las parcela I, II, III, es franco arcillosa, enmarcada dentro de una matriz altamente arenosa con valores entre 30,4 % y 48,4 % de arena, representados en 8 de las 9 muestras tomadas, tal como se ilustra en la grafica N° 3.

Por otro lado, de acuerdo con los análisis de campo, y de la bibliografía consultada, referida al reglamento que estipula la determinación y vocación de uso de la tierra, decreto 38.126, art. 119 de la Ley de Tierras, estos suelos son clasificados como clases VIIe + VIe; cuyas características arrojaron, una topografía con pendientes mayores a 30 % cercana a 45 %, con erosión severa, de fertilidad extremadamente acida, drenaje interno moderado y externo rápido.

Grafico N° 3 Relación Textural Por Parcela, Capa Arable
Del Suelo (25 cm) Noviembre 2008

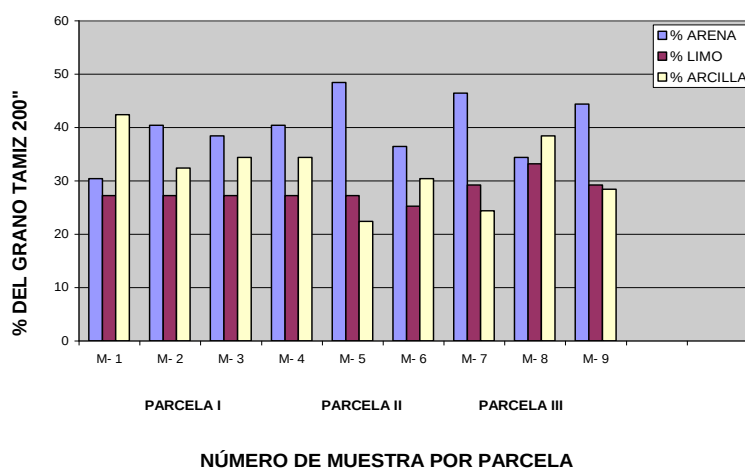


Tabla Nº 9 Análisis Con Fines De Fertilidad Resultados Para Muestras Tomadas 02 Noviembre 2008

	PARCELA Nº I						PARCELA Nº II						PARCELA Nº III					
ENSAYOS	M- 1		M- 2		M- 3		M- 4		M- 5		M- 6		M- 7		M- 8		M- 9	
FÍSICO																		
% ARENA	30,4		40,4		38,4		40,4		48,4		36,4		46,4		34,4		44,4	
% LIMO	27,2		27,2		27,2		25,2		29,2		33,2		29,2		0		0	
% ARCILLA	42,4		32,4		34,4		34,4		22,4		30,4		24,4		38,4		28,4	
TEXTURA	A		FA		FA		FA		F		FA		F		FA		FA	
HUMEDAD	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%
	8,32	16,23	8,81	17,19	5,40	10,54	0,89	1,73	4,42	8,62	7,09	13,83	3,63	7,08	9,25	18,04	3,46	6,75
QUÍMICO	VALOR		VALOR		VALOR		VALOR		VALOR		VALOR		VALOR		VALOR		VALOR	
FOSFORO (ppm)	< 4	B	< 4	B	< 4	B	< 4	B	< 4	B	< 4	B	< 4	B	< 4	B	< 4	B
POTASIO (ppm)	111	M	101	A	117	A	131	A	80	M	71	M	75	M	86	M	93	M
CALCIO (ppm)	62	B	61	B	57	B	237	M	51	B	137	B	107	B	87	B	70	B
MAGNESIO (ppm)	16	B	16	B	18	B	40	M	9	B	31	B	31	B	23	B	19	B
% MATERIA ORGANICA	4,33	M	3,82	M	7,1	A	4,51	A	2,69	M	5,24	A	3,16	M	5,63	A	3,48	M
PH 1: 2,5	5,2	a	5	a	4,4	a	5	a	4,7	a	4,8	a	4,9	a	4,7	a	4,6	a
ALUMINIO (me/100g suelo)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA 1:5 (ds*m -1)	0,02	n	0,02	n	0,07	n	0,03	n	0,02	n	0,03	n	0,03	n	0,04	n	0,05	n

Leyenda

Textura Gruesa

a: arena, aF: areno -francosa, Fa: Franco arenoso

Textura Media

FAa: franco – arcillo – arenoso, F: franco – limoso, FA: franco arcilloso, Aa: Arcillo arenoso, L: limoso

Textura Fina

A: arcilloso, AL: arcillo – limoso, FAL: franco - arcillo – limoso

Rangos

A: alto, B: bajo M: medio

p H

a: acido, ma: moderadamente ácido, N: neutro, mA: moderadamente alcalino, Alcalino.

Conductividad

eléctrica

n: normal, an: anormal

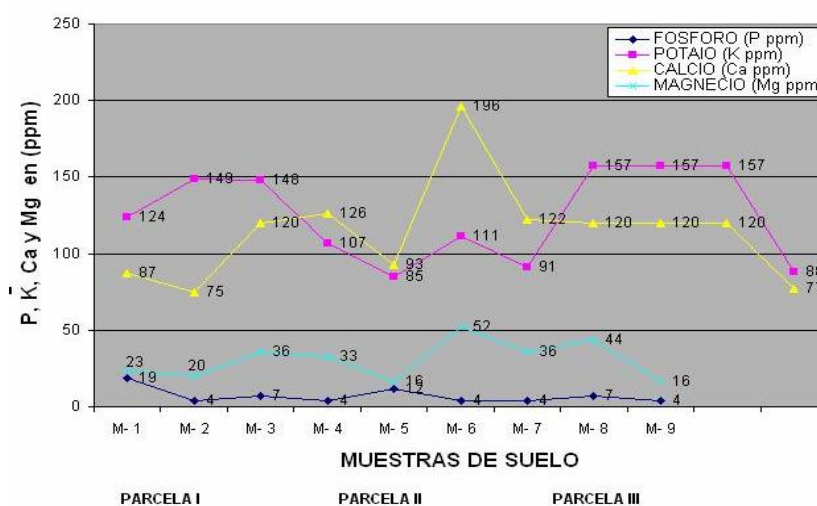
Fuente: Laboratorio de Suelos Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (Mérida)

4.1.1.2. Análisis Químico Meses Mayo y Noviembre 2008

En general los niveles de macronutrientes, Fósforo, Calcio, y Magnesio se encuentran en un rango deficiente, pobres en fertilidad. El fósforo se presentó moderadamente con 19 ppm en la Muestra 1, gráfica N° 4 dicho valor decayó en el resto de las muestras, reflejando valores bajos de 4 ppm, en las muestras 2, 4, 6, y 7 y 9 y de 7 ppm y 12 ppm en las muestras 3, 5, y 8 respectivamente. De igual manera se comportó el calcio con valores bajos entre 75 y 126 ppm para las muestras (1, 2, 3, 4, 5, 7, 8 y 9), sólo en la muestra 6 de la parcela II con 196 ppm, se encontró moderado. Por su parte, el magnesio presentó niveles muy bajos en un 78 % de las parcelas, alrededor de 16 ppm a 33 ppm y sólo en un 22 % del muestreo se presentó moderado con 44 ppm y 52 ppm, en las muestras 6 y 8. Por su parte, el único elemento que se presentó con suficiente disponibilidad fue el *Potasio*, con rango desde 86 ppm (parcela II) a 157 ppm (parcela III).

Dada la baja disponibilidad de nutrientes en el suelo, tal como se expresó anteriormente, estos valores implican un bajo nivel de pH, con una tendencia fuertemente ácida entre 4,4 y 5,2.

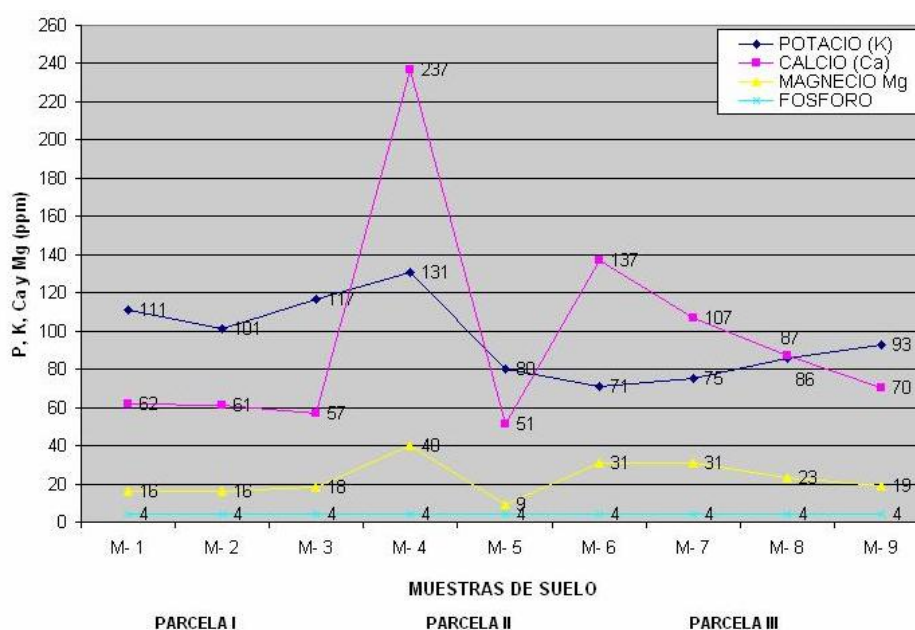
Gráfico N° 4 Relación De Macronutrientes en (ppm) Mayo 2008



Los análisis de las muestras tomadas en noviembre del 2008, aunque presentaron escasa disponibilidad de los nutrientes en el suelo (gráfica N°

5), su distribución tomó una forma mas regular, para el potasio y magnesio, el fósforo se presento con valores muy inferiores a 4 ppm en todas las muestras, mientras el calcio, se reflejo con picos elevados en las muestras 4 y 6 con 237 y 137 ppm respectivamente, originados probablemente por los niveles de escorrentía sobrellevados en el ultimo período lluvioso del 2008, ya que no se aplico ningún tipo de fertilización del lugar.

Gráfico N° 5 Relación De Macronutrientes en (ppm) Noviembre 2008



Del análisis de la disponibilidad de la humedad y materia orgánica del suelo en los meses mayo y noviembre 2008, tal como se nota en la grafica N° 6, se tiene que el comportamiento es decreciente para ambas curvas de humedad y materia orgánica, esta comparación, se nota para el período de noviembre, sobre todo por ser el período menos lluvioso del año, ya que los niveles de lluvia son menores y mayor evapotranspiración se implica menos retención de humedad, esto se refleja cuando los porcentajes de humedad de mayo decaen desde 16,23%, 17,19% y 10,5

%, a 11,5%, 10,38% y 1,73 % respectivamente. De igual forma en la materia orgánica cuando decae de 6,9% y 6,43% a 4,3% y 3,82% respectivamente, comportándose similarmente en el resto de las muestras, excepto para la muestra tres, donde no ocurrió variación, traduciéndose en un mejoramiento en la mineralización e incorporación de la materia orgánica en el suelo

Gráfico N° 6 curvas de humedad y materia orgánica mayo y noviembre 2008



4.2 Medición del Contenido de Hojarasca en el Suelo

Una vez obtenido los resultados de los ensayos de determinación del contenido de hojarasca sobre el suelo, tal y como se indica en la Tabla N° 10 y la gráfica N° 7, se puede resaltar que el nivel medio de contenido de hojarasca en kg/m^2 de suelo, fue de $2,02 \text{ kg/m}^2$, lo que refleja un alto contenido del manto húmico sobre el suelo, abarcando alrededor de 10 cm de espesor del colchón de acículas y otras hojas y ramillas sobre el suelo, lo cual incide notablemente en el grado de penetración de las raíces de las especies nativas sobre el lugar, así como también, en los mecanismos de mineralización e incorporación de la materia orgánica,

traduciéndose en la formación de una capa vegetal elevada en contenidos de humedad, baja nitrificación y lenta descomposición.

Por otra parte, se puede notar que el menor contenido de hojarasca, lo representa la parcela, I, ($0,38 \text{ kg/m}^2$). Este valor, es el resultado de constituirse sobre una parcela con menor densidad de pinos (34 en total), con suficientes claros naturales, y pendiente muy inclinada sobre el 45 %. De igual forma se puede resaltar que la parcela con mayor hojarasca por metro cuadrado sobre el suelo la representa, la número II, con un valor de ($4,09 \text{ kg/m}^2$), lo que se debe, a la mayor densidad y distribución regular de pinos con un total de 59 individuos, favoreciendo la carga de hojarasca sobre el suelo. La parcela III, conforma el patrón regular de hojarasca sobre el suelo alcanzando el valor promedio en casi toda su extensión con un rango que va desde ($1,22$ a $2,19 \text{ kg/m}^2$).

Finalmente, si se jerarquiza los niveles promedios de hojarasca por parcela, presentados según la gráfica N° 7, se puede resaltar un orden en cuanto mayor producción de hojarasca por parcela, localizándose la parcela II, como la parcela con mayor contenido de hojarasca, seguida de la número III y por ultimo la parcela I, tal y como se expuso anteriormente.

Gráfica N° 7 Curva Kilogramos de Hojarasca por Metro Cuadrado de Suelo (kg/m^2)

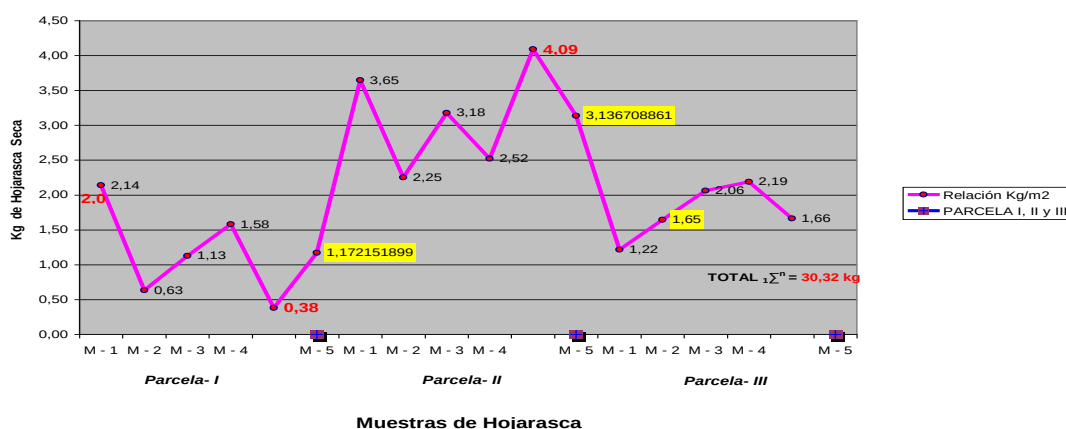


Tabla N° 10 Medición del Contenido de Hojarasca en el Suelo

			Codigo	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	$\frac{Kg}{m^2}$
			subparcela	de la	Hojarasca	Hojarasca	Hojarasca	Hojarasca	Hojarasca	área del
				Bolsa	Húmedo + la	Húmedo (gr)	Seco + la	Seco (gr)	(Kg)	recipiente=
				(gr)	Bolsa (gr)		Bolsa (gr)			0,0079 m ²
PARCELA	I	M - 1	N20	0,77	60,1	59,33	43,2	42,43	0,0169	2,14
		M - 2	S19	1	40,6	39,6	35,6	34,6	0,005	0,63
		M - 3	S17	0,75	67	66,25	58,1	57,35	0,0089	1,13
		M - 4	S15	0,8	55,5	54,7	43	42,2	0,0125	1,58
		M - 5	S13	0,76	37,2	36,44	34,2	33,44	0,003	0,38
	II	M - 1	N20	0,73	128,8	128,07	100	99,27	0,0288	3,65
		M - 2	S19	0,56	78	77,44	60,2	59,64	0,0178	2,25
		M - 3	S17	0,78	102,2	101,42	77,1	76,32	0,0251	3,18
		M - 4	S15	0,53	92	91,47	72,1	71,57	0,0199	2,52
		M - 5	S13	0,5	62,3	61,8	30	29,5	0,0323	4,09
	III	M - 1	N20	0,75	59,7	58,95	50,1	49,35	0,0096	1,22
		M - 2	S19	0,73	60,6	59,87	47,6	46,87	0,013	1,65
		M - 3	S17	0,65	69,5	68,85	53,2	52,55	0,0163	2,06
		M - 4	S15	0,46	51	50,54	33,7	33,24	0,0173	2,19
		M - 5	S13	0,78	72,5	71,72	59,35	58,57	0,01315	1,66
									Promedio	2,02
									Total	30,32
									Minimo	0,38
									Maximo	4,09

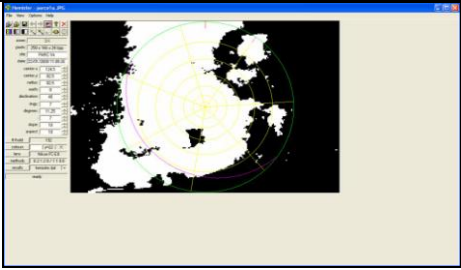
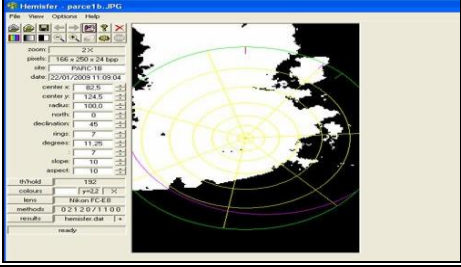
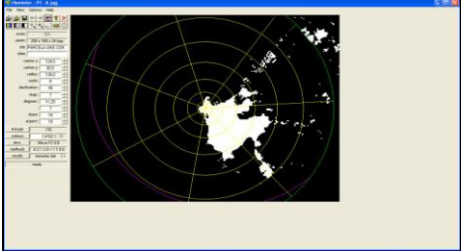
Fuente: Elaboración Propia

4.3 Determinación del nivel de cobertura, a partir de la fotografía hemisférica

De acuerdo a los niveles de transmisión de luz expuestos en las tablas N° 11, 12, 13,14 y 15 localizados para cada parcela en particular, y la curva de variación de luz, ilustrada en la gráfica N° 8, se puede apreciar claramente, que los niveles de luz expuestos sobre el sotobosque con mayor disponibilidad, están reflejados en la parcela I, señalando los valores máximos que van desde 34 % con claros naturales y 95,20 a 97,40 % con claros inducidos. Estos niveles descienden en la parcela II (P2-N21 y S11,), dado que hay mayor cobertura en el dosel formada por las copas de los pinos en estos cuadrantes. Luego se presenta un descenso significativo desde el cuadrante (P2-S13), alcanzando un valor bajo sobre el 12% de transmisión de luz, traduciéndose en una relación inversa, pues a menor transmisión de luz, mayor cobertura vegetal, de igual forma sucede en la parcela III, con cambios poco graduales en la cubierta vegetal.

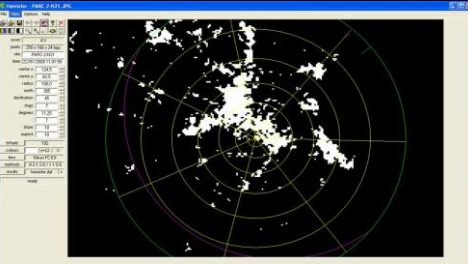
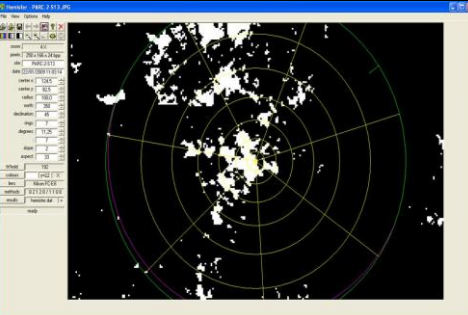
En líneas generales se puede apreciar que la parcela II presento los niveles mas bajos de luz evidenciándose un techo o dosel bien constituido, con suficiente solape entre ramas y copas que forman una capa de poca admisión de luz al suelo. Caso contrario lo refleja la parcela III, que tiene tendencia a la disposición de pequeños claros de transmisión de luz, mas frecuentes a lo largo y ancho de la parcela, tal como se ilustra en la figura numero N° 11

Tabla Resumen N° 11 Determinación del nivel de cobertura, a partir de la fotografía hemisférica, de acuerdo al porcentaje de sombras y de luz transmitida sobre el dosel de la plantación de Pino Caribe.

PARCELA	CODIGO	IMAGEN EN COLOR	IMAGEN EN BINARIO (Blanco y Negro)	% TRANSMICIÓN DE LUZ
P-I	P1- A			95,20%
P-I	P1- B			97,40%
P-I	P1 CLA NAT			34,50%

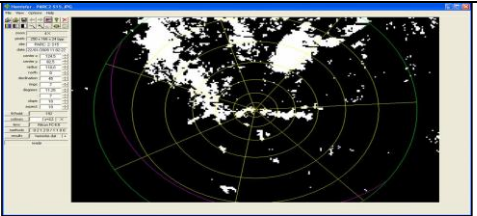
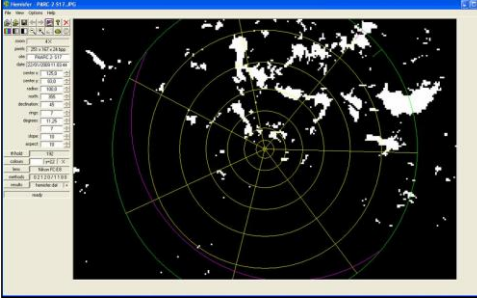
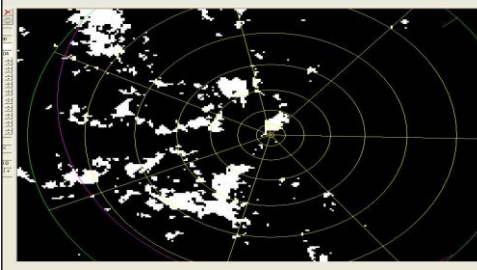
Fuente: Elaboración Propia

Tabla Resumen N° 12 Determinación del nivel de cobertura, a partir de la fotografía hemisférica

PARCELA	CODIGO	IMAGEN EN COLOR	IMAGEN EN BINARIO (Blanco y Negro)	% TRANSMICIÓN DE LUZ
P-II	P2-N21			30,40%
P-II	P2-S11			20,70%
P-II	P2-S13			31,90%

Fuente: Elaboración Propia

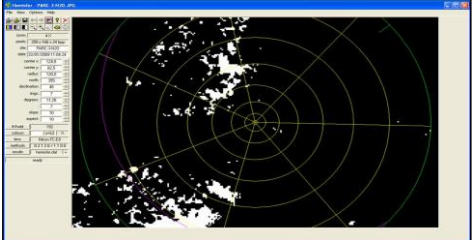
Tabla Resumen N° 13 Determinación del nivel de cobertura, a partir de la fotografía hemisférica

PARCELA	CODIGO	IMAGEN EN COLOR	IMAGEN EN BINARIO (Blanco y Negro)	% TRANSMICIÓN DE LUZ
P-II	P2-S15			20,50%
P-II	P2-S17			8,10%
P-II	P2-S19			12,00%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla Resumen N° 14 Determinación del nivel de cobertura, a partir de la fotografía hemisférica

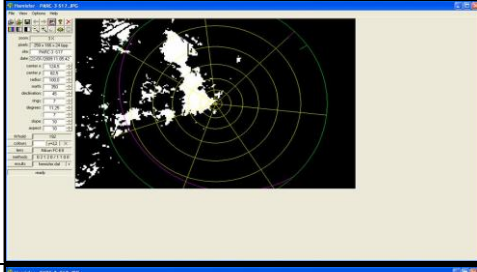
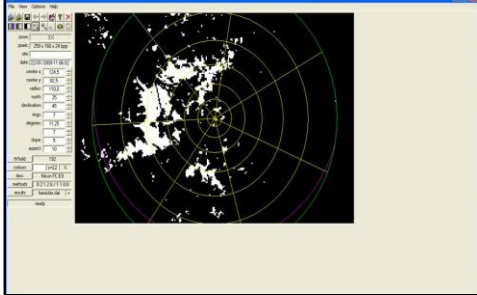
PARCELA	CODIGO	IMAGEN EN COLOR	IMAGEN EN BINARIO (Blanco y Negro)	% TRANSMICIÓN DE LUZ
---------	--------	-----------------	------------------------------------	----------------------

P-III	P3-N20			3,40%
P-III	P3-S11			33,60%
P-III	P3-S13			32,70%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla Resumen N° 15 Determinación del nivel de cobertura, a partir de la fotografía hemisférica

PARCELA	CODIGO	IMAGEN EN COLOR	IMAGEN EN BINARIO (Blanco y Negro)	% TRANSMICIÓN DE LUZ
---------	--------	-----------------	------------------------------------	----------------------

P-III	P3-S15			6,80%
P-III	P3-S17			23,20%
P-III	P3-S19			14,20%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfica N° 8 Curva de Transmisión de Luz en %

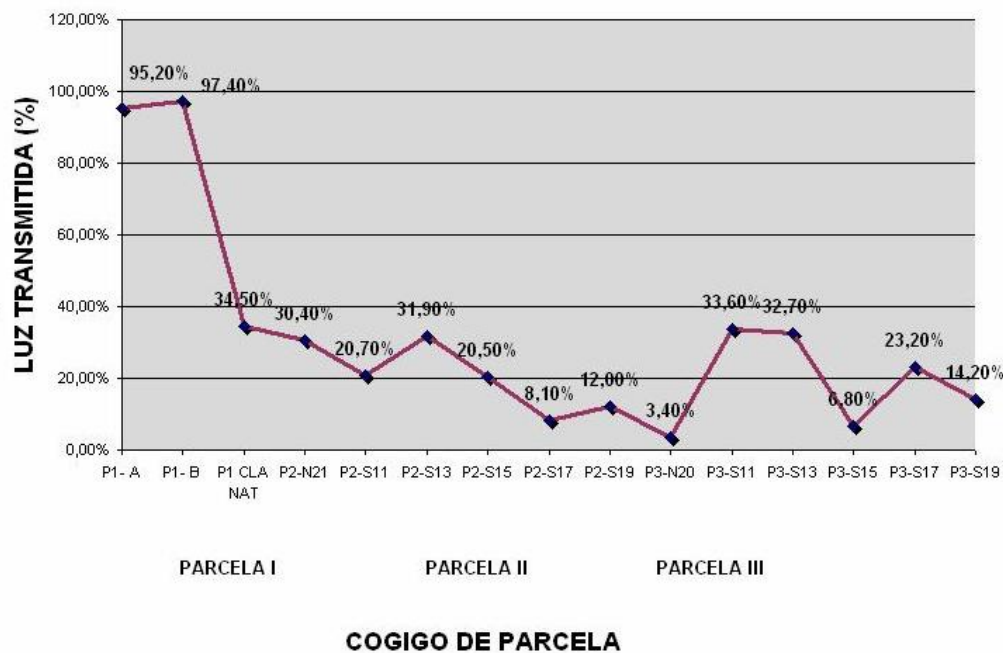
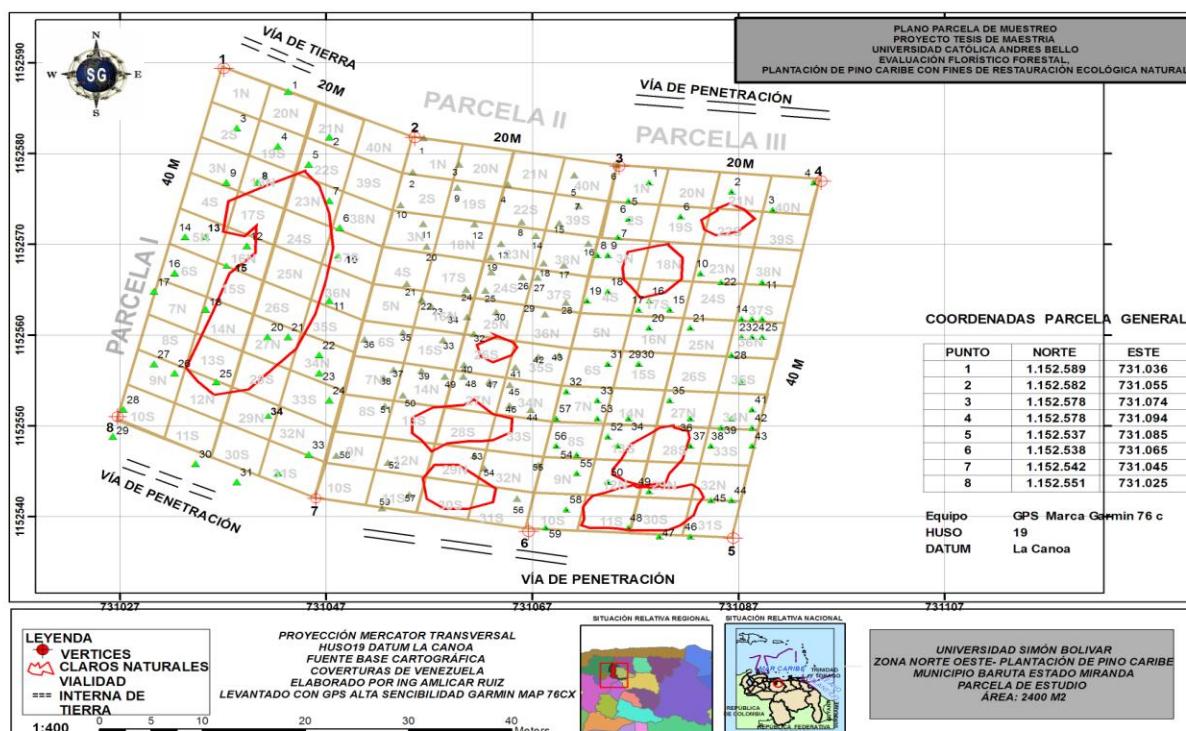


Figura N° 11 Distribución de la plantación de Pino caribe sobre las parcelas I, II, III y reflejo de los claros naturales, vistos desde Planta



Fuente: Elaboración Propia

4.3.1 Niveles de Distribución de Luz en Binario (Blanco y Negro).

Según la Gráfica N° 9 y la Tabla N° 16, donde se indica la distribución de luz en Blanco y Negro representadas en píxeles, se observó, que los niveles de luz atrapados sobre el dosel (curva en color negro), van desde 5941 píxeles a 16173 píxeles, éstos, son mayores en comparación a las curvas de luz ignorada, y la curva blanco del cielo, indicando un nivel elevado de cobertura, sobre todo para las parcelas II y III. En un nivel intermedio, se mantuvo la luz ignorada sobre el techo del dosel, con valores muy regulares, que oscilan entre 4000 y cerca de los 8000 píxeles. Mientras en un nivel muy inferior se mostró la luz blanca del cielo o transmitida sobre el techo foliar, con valores entre los 470 píxeles y los 2862, traduciéndose como un nivel bajo de transmisión de luz sobre el sotobosque.

Gráfica N° 9 Niveles de Distribución de Luz en Binario (Blanco Y Negro).

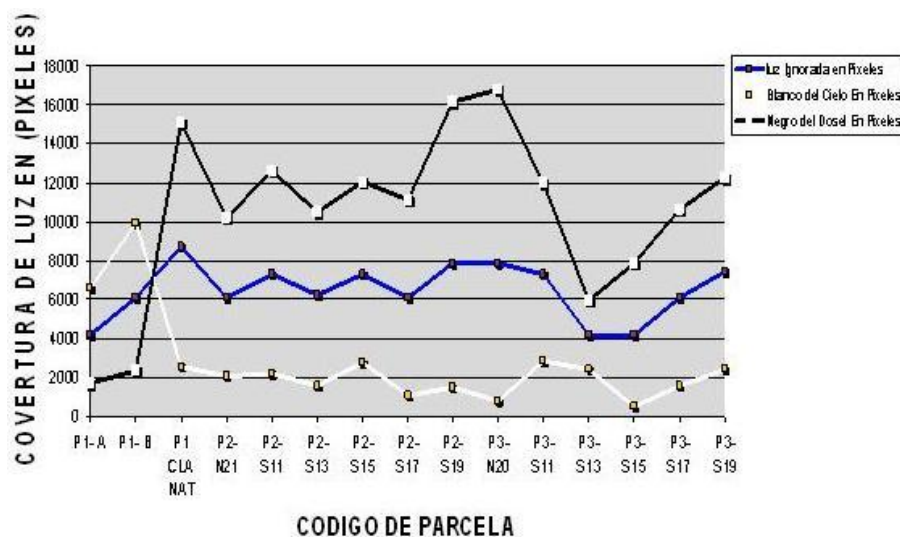


Tabla N° 16 Niveles de Distribución de Luz en Binario (Blanco y Negro).

Carácter	P1- A	P1- B	P1 CLA NAT	P2-N21	P2-S11	P2-S13	P2-S15	P2-S17	P2-S19	P3- N20	P3-S11	P3-S13	P3- S15	P3-S17	P3-S19
Ignorado (En Píxeles)	4152	6072	8720	6104	7312	6252	7324	6093	7844	7844	7312	4152	4164	6092	7472
Blanco del Cielo (En Píxeles)	6619	9948	2576	2032	2184	1576	2785	1094	1459	805	2862	2407	470	1570	2377
Negro del Dosel (En Píxeles)	1729	2304	15060	10188	12644	10496	12031	11142	16173	16827	11966	5941	7866	10662	12291
Transmitido %	95,20%	97,40%	34,50%	30,40%	20,70%	31,90%	20,50%	8,10%	12,00%	3,40%	33,60%	32,70%	6,80%	23,20%	14,20%

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2 Determinación del Índice de Área Foliar (IAF).

La cantidad de luz interceptada por el follaje es importante para el crecimiento de los árboles y, por lo tanto, para la productividad y dinámica de los rodales (Oliver y Larson 1996). El índice de área foliar (IAF) relaciona la extensión del follaje por unidad de superficie, siendo considerado un buen indicador de la capacidad de la copa para absorber la radiación fotosintéticamente activa (Perry 1994).

Generalmente, la densidad de una población de cultivo o plantación, se expresa en términos de Índice del Área Foliar (IAF), que se define como el área foliar vegetal por unidad de área de suelo. Por ejemplo, un IAF de 5 significa que hay 5 m² área foliar de plantas cultivándose sobre 1 m² área suelo.

El área foliar está fuertemente relacionada con el nivel de interceptación de luz, transpiración y fotosíntesis, y varía de acuerdo a las condiciones ambientales en las cuales se desarrolla un rodal (Battaglia *et al.* 1998, Amponsah *et al.* 2005), a la edad, a la época del año y a las características de éste (Rodríguez 2002). Por lo tanto, la estimación del área foliar puede ser usada como una herramienta de manejo de gran valor para monitorear y predecir el crecimiento la plantación (Cherry *et al.* 2002), aspecto de importancia en el manejo de plantaciones.

Los métodos directos de estimación de área foliar, como muestreo destructivo de árboles y ramas, son lentos y costosos, pero de mayor precisión (Cherry *et al.* 2002) que los métodos indirectos, como relaciones alométricas entre área foliar y características del árbol (Norman y Campbell 1989), uso de radiómetros del tipo Li-cor Li-2000 (Cherry *et al.* 1998, Battaglia *et al.* 1998), fotografía hemisférica y guías visuales para su uso comparativo al interior de la plantación (Cherry *et al.* 2002).

El método de evaluación para la investigación, fue indirecto, a partir de las fotografías hemisféricas, cuyos resultados fueron arrojados a través del

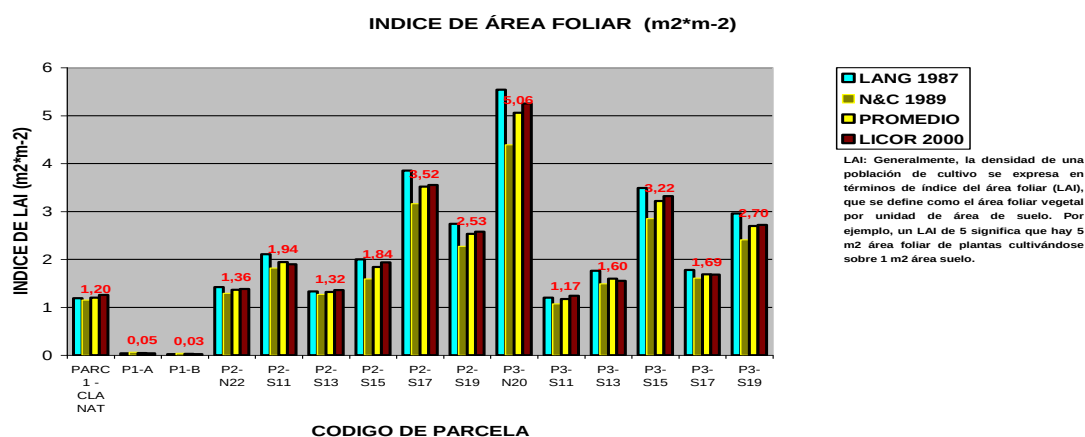
programa HEMISFER en tres presentaciones Lang (1987, LiCor LAI2000, y N. & C. (1989), en la tabla N° 17, se muestra un resumen y promedio de los resultados, de igual manera, en la gráfica N° 10, se ilustra el comportamiento de índice del área foliar en las parcelas fotografiadas.

Tabla N° 17 Índice de Área Foliar, Según Lang , LiCor y N. & C. (1989)

PARCELA	LAI (m ² *m ⁻²)/ MÉTODO			
	Lang (1987)	LiCor LAI2000	N. & C. (1989)	POMEDIO
PARC 1 - CLA				
NAT	1,19	1,26	1,15	1,20
P1-A	0,04	0,04	0,06	0,05
P1-B	0,02	0,02	0,04	0,03
P2-N22	1,42	1,38	1,29	1,36
P2-S11	2,11	1,9	1,82	1,94
P2- S13	1,33	1,36	1,27	1,32
P2-S15	2	1,94	1,59	1,84
P2-S17	3,85	3,55	3,16	3,52
P2- S19	2,74	2,58	2,27	2,53
P3-N20	5,54	5,25	4,39	5,06
P3-S11	1,2	1,24	1,07	1,17
P3-S13	1,76	1,55	1,49	1,60
P3-S15	3,49	3,32	2,85	3,22
P3-S17	1,78	1,68	1,61	1,69
P3-S19	2,96	2,72	2,41	2,70

Fuente: Elaboración Propia

Gráfica N° 10 Índice Del Área Foliar



Como resultado del análisis, vale decir, que existe una relación inversa entre el Índice del Área Foliar (IAF), y la transmisión de luz sobre el

sotobosque, en este sentido, a mayor LAI, menor es la transmisión de luz, tal y como se indico en la Tabla N° 17 y la gráfica N° 10 Se expresa claramente que la parcela I representa los índices de área foliar mas bajos, por ser la que presenta mayor cantidad de claros es decir baja cobertura del dosel con valores que oscilan entre 0,05 y 1,2 ($\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$). Por su parte la parcela II, es la que presenta mayor uniformidad en la estructura del dosel, con valores que van desde 1,32 a 3,52 ($\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$). De igual forma le sigue la parcela III, con un comportamiento similar, pero con valores mas inferiores entre 1,17 y 3,22 ($\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$), Solo en la subparcela P3N20 sobresalió con un valor emergente de 5,06 ($\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$), dado por la disposición homogénea de los pinos allí plantados y el tamaño de la copa, constituida con un diámetro alrededor de 8 m.

4.4 Inventario Florístico de las Especies Nativas

De acuerdo a los resultados expresados en la Tabla N° 18, se pudo notar con gran relevancia, que la especie mas importante determinada según el Índice Valor Importancia (I.V.I.), fue el Laurel, con un 23 % sobresaliente dentro de las 15 especies halladas en la población muestreada para la parcela I. En un segundo lugar, se encuentra el Croton con 20 % y la Clusia con 18 %, siendo estas las especies más importantes, al censo realizado.

Por otra parte, con valores más intermedios o menos destacadas dentro del censo lo fueron el Desnudo Inerme y el Ocotea, con 13 % y 10% de relevancia. Mientras las especies más raras o menos comunes resultaron ser la Espiguilla, el Palo Maria, la Psicotria, el Cafeto, El Mapurite, Dormidera, Yagrumo y Pringamoza, con IVI de 1% y 2% en general.

Cuando, se observa la gráfica N° 11 de abundancia relativa, dominancia y frecuencia; se puede notar que el Laurel la Clusia y el Croton y Ocotea, fueron las especies más abundantes con 25%, 22 % y 13% de relevancia. El resto de las especies se encontró con valores poco significativos inferiores 9, 5 y 1 %.

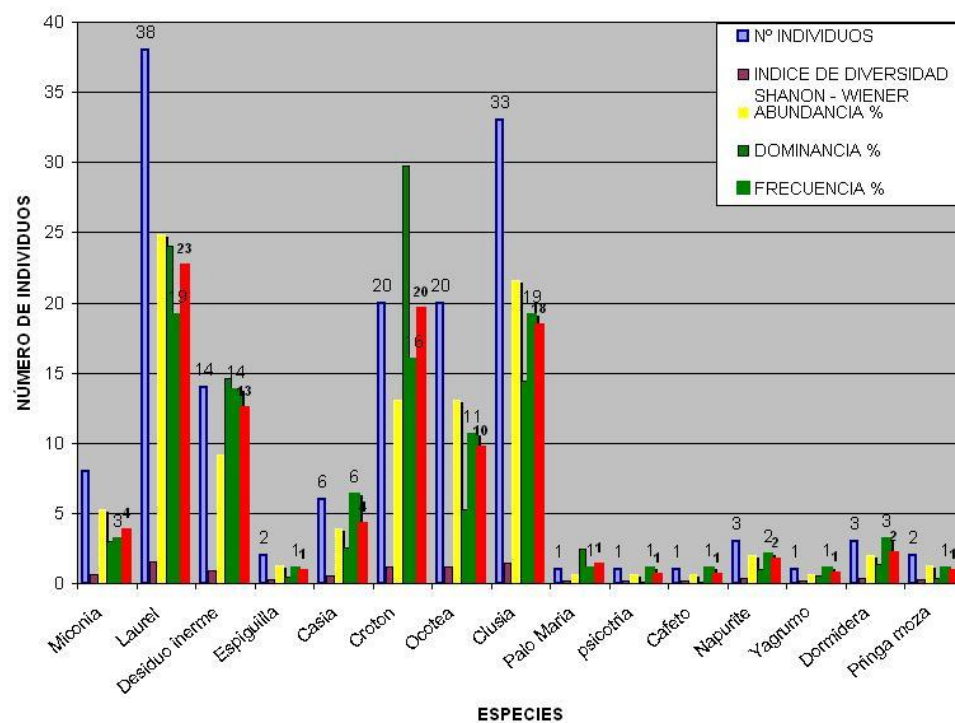
Observando la tabla N° 18, se puede expresar ciertamente, que el tratamiento realizado para la parcela I (censo sobre claros naturales), los Índices de Diversidad Importancia de Shannon - Wiener, Curtis y Cottam. Indican, que la parcela presento una diversidad muy baja, pues los rangos de distribución están muy cercanos a la unidad (1). Esto se evidencia dado que los niveles de abundancia están concentrados en solo 3 especies, las cuales son las más frecuentes y mas dominantes a la vez, indicando una distribución irregular de la vegetación. Por lo tanto los coeficientes de mezcla y equiparabilidad son muy bajos, típico de ambientes controlados por la influencia de monocultivos (Plantaciones). Este fenómeno no se observa bajo plantaciones tropicales.

Tabla N° 18 Cuantificación de las especies nativas Parcela I, a partir de los índices de diversidad e importancia de Shannon - Wiener, Curtis y Cottam y el Índice de valor importancia (I.V.I).

ESPECIE	N°	PI	DENSIDAD ind/m ²	Shanon H' = - $\sum p_i \cdot \log p_i$	H' [1Y4,5]	H' max	E=H'/H' max	CM (N°Especies/(N° Ind/sup))	Abundancia A%	Dominancia D m ² $\sum$ (Area = πr^2 (m ²))	Dominancia D%	Frecuencia Individuos/ cuadrante	Frecuencia %	IVI
Miconia	8	0,05229	1	0,06701	0,67012				5	0,00983	3,028938346	3	3	4
Laurel	38	0,24837	4,75	0,15024	1,50239				25	0,07802	24,05345433	18	19	23
Desiduo Inerme	14	0,09150	1,75	0,09503	0,95032				9	0,04734	14,59516656	13	14	13
Espiguilla	2	0,01307	0,25	0,02462	0,24623				1	0,00136	0,420567424	1	1	1
Casia	6	0,03922	0,75	0,05516	0,55158				4	0,00836	2,577640066	6	6	4
Croton	20	0,13072	2,5	0,11551	1,15511				13	0,09649	29,74745784	15	16	20
Ocotea	20	0,13072	2,5	0,11551	1,15511				13	0,01719	5,300795977	10	11	10
Clusia	33	0,21569	4,125	0,14369	1,43685				22	0,04674	14,40897407	18	19	18
Palo Maria	1	0,00654	0,125	0,01428	0,14279				1	0,00785	2,421228693	1	1	1
Psicotria	1	0,00654	0,125	0,01428	0,14279				1	0,00031	0,096849148	1	1	1
Cafeto	1	0,00654	0,125	0,01428	0,14279				1	0,00031	0,096849148	1	1	1
Mapurite	3	0,01961	0,375	0,03348	0,33482				2	0,00329	1,013042085	2	2	2
Yagrumo	1	0,00654	0,125	0,01428	0,14279				1	0,00181	0,557851091	1	1	1
Dormidera	3	0,01961	0,375	0,03348	0,33482				2	0,00442	1,361699017	3	3	2
Pringa Moza	2	0,01307	0,25	0,02462	0,24623				1	0,00104	0,320086433	1	1	1
TOTAL	153	1	19,125	0,91547	9,15474	2,18469	0,41904	0,78431	100	0,32438	100	94	100	100

Fuente: Elaboración Propia

Grafica N° 11 Censo de Vegetación Nativa, bajo Claros Naturales (Parcela I)



Luego para los resultados ilustrados en la Tabla N° 19 y La Gráfica N ° 12, se pudo destacar, que la especie mas importante dado los niveles de Abundancia, dominancia y frecuencia, resulto ser la Clusia con un valor IVI de un 30 % , acentuándose como la más relevante dentro de las 8 especies halladas en la parcela II. En un segundo lugar le siguen el Laurel y el Croton en tercera posición, con 23 y 18 % respectivamente. De este análisis se subraya, que la especie mas frecuente fue el Laurel con 31 % sobre las demás, indicando mayor representatividad sobre la población. Mientras las especies menos comunes o más raras dentro del muestreo resultaron ser la Casia, Piper, y el Guayabito con IVI entre 1% y 5%. En un nivel mas intermedio se encontró el Desiduo inerme y el Ocotea no tan abundantes, pero si sobresalientes en dominancia por su contextura en área basal.

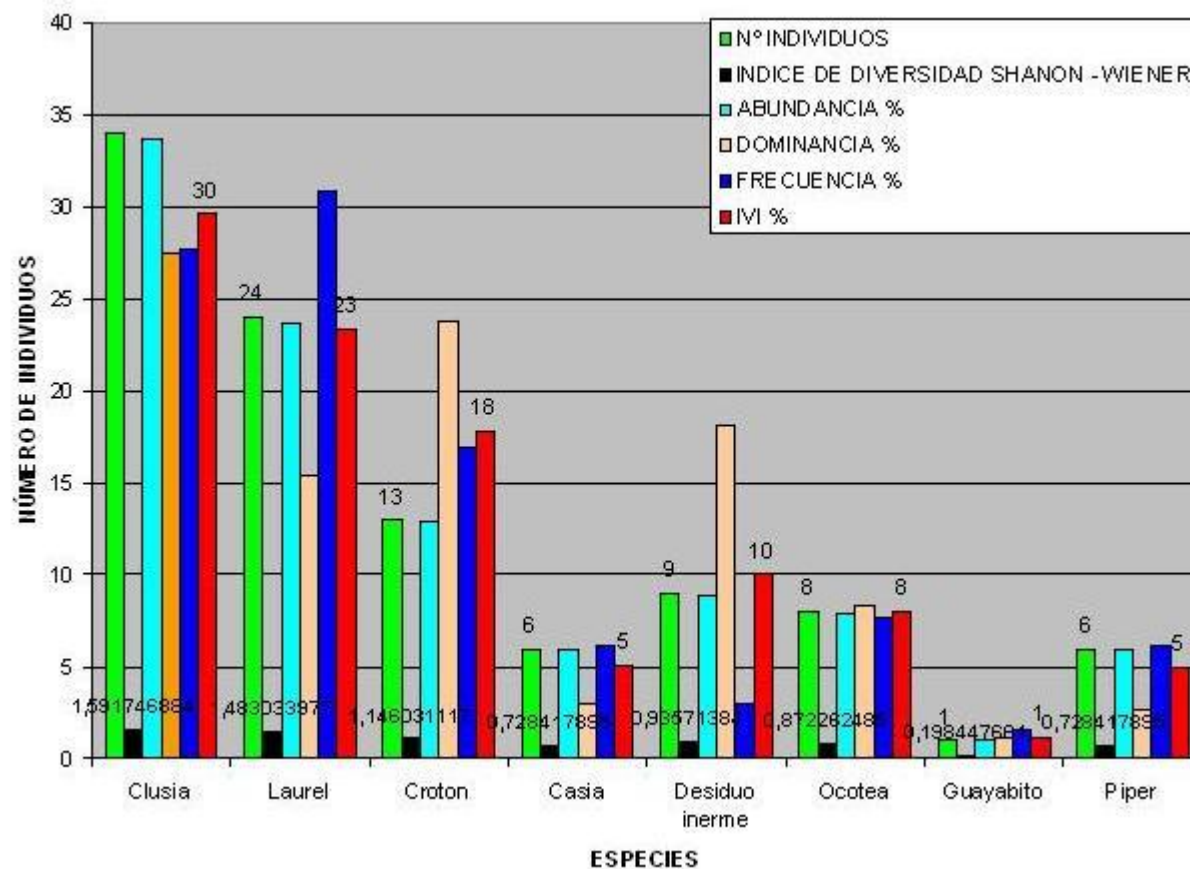
Los índices de diversidad, se mostraron en menor proporcionalidad inclusive, que en el tratamiento de censos bajo claros naturales (Parcela I), con valores muy por debajo de la unidad (1); ya que la mayor distribución de vegetación de la parcela se concentro sobre la Clusia, Laurel y Croton. Los valores de diversidad, se encuentran entre (0.1 y 1.59), los cuales deberían estar alrededor de 4,5 lo que se traduciría en diversidad y equitatividad de la parcela; Cuestión que no se cumple por la alta uniformidad de la parcela dada por la cobertura del dosel, las fuentes de luz y distribución de la plantación de pino influyente sobre el sotobosque.

Tabla N° 19 Cuantificación de las especies nativas Parcela II, a partir de los índices de diversidad e importancia de Shannon - Wiener, Curtis y Cottam y el Índice de valor importancia (I.V.I).

ESPECIE	N°	DENSIDAD	PI	$H' = - \sum p_i \log p_i$	$H' [1 Y 4,5]$	H'_{max}	$E=H'/H'_{max}$	CM (N°Especies/(N°Ind/sup))	A%	$D = \frac{1}{m^2} \sum (Area = \pi r^2 (m^2))$	D%	F	Frecuencia %	IVI
Clusia	34	4,25	0,3	0,15917	1,5917				33,7	0,046731	27,5	18	28	30
Laurel	24	3	0,2	0,14830	1,483				23,8	0,026195	15,4	20	31	23
Croton	13	1,63	0,1	0,11460	1,146				12,9	0,040429	23,8	11	17	18
Casia	6	0,75	0,1	0,07284	0,7284				5,94	0,005167	3,04	4	6	5
Desiduo inerme	9	1,13	0,1	0,09357	0,9357				8,91	0,03074	18,1	2	3	10
Ocotea	8	1	0,1	0,08723	0,8723				7,92	0,014282	8,4	5	8	8
Guayabito	1	0,13	0	0,01984	0,1984				0,99	0,00196	1,15	1	2	1
Piper	6	0,75	0,1	0,07284	0,7284				5,94	0,00455	2,68	4	6	5
TOTAL	101	12,6	1	0,768407	7,6841	2	0,38	0,63366	100	0,170055	100	65	100	100

Fuente: Elaboración Propia

Grafica N° 12 Censo de Vegetación Nativa, Bajo Sombra (Parcela II Testigo).



Siguiendo con el análisis de los censos a la vegetación nativa para la parcela III, (mediciones bajo sombra). Esta última resultó ser una de las más equilibradas en cuanto a índice valor importancia se refiere, pues ésta arrojó 4 especies como las más sobresalientes dentro de 11 halladas en el censo. Siendo la Clusia, El Laurel y el Croton las más representativas con valores de 21 % y, Hueso Pescado en segundo lugar con un 19 % respectivamente. De las tres más importantes, se puede decir que la más abundante fue el laurel, el croton como la más dominante por su estructura y área basal y la Clusia como la más frecuente en el lugar.

Luego entre las especies menos comunes o más raras al muestreo, se presentaron el Yagrumo, Pringa Moza, Guayabito el Ocotea, y Piper. Con índices de valor importancia inferior ha 3 % originado por la poca abundancia y frecuencia sobre el lugar. Y en un valor mas intermedio, se encontró el Casia abarcando sólo el 8 % de la vegetación total.

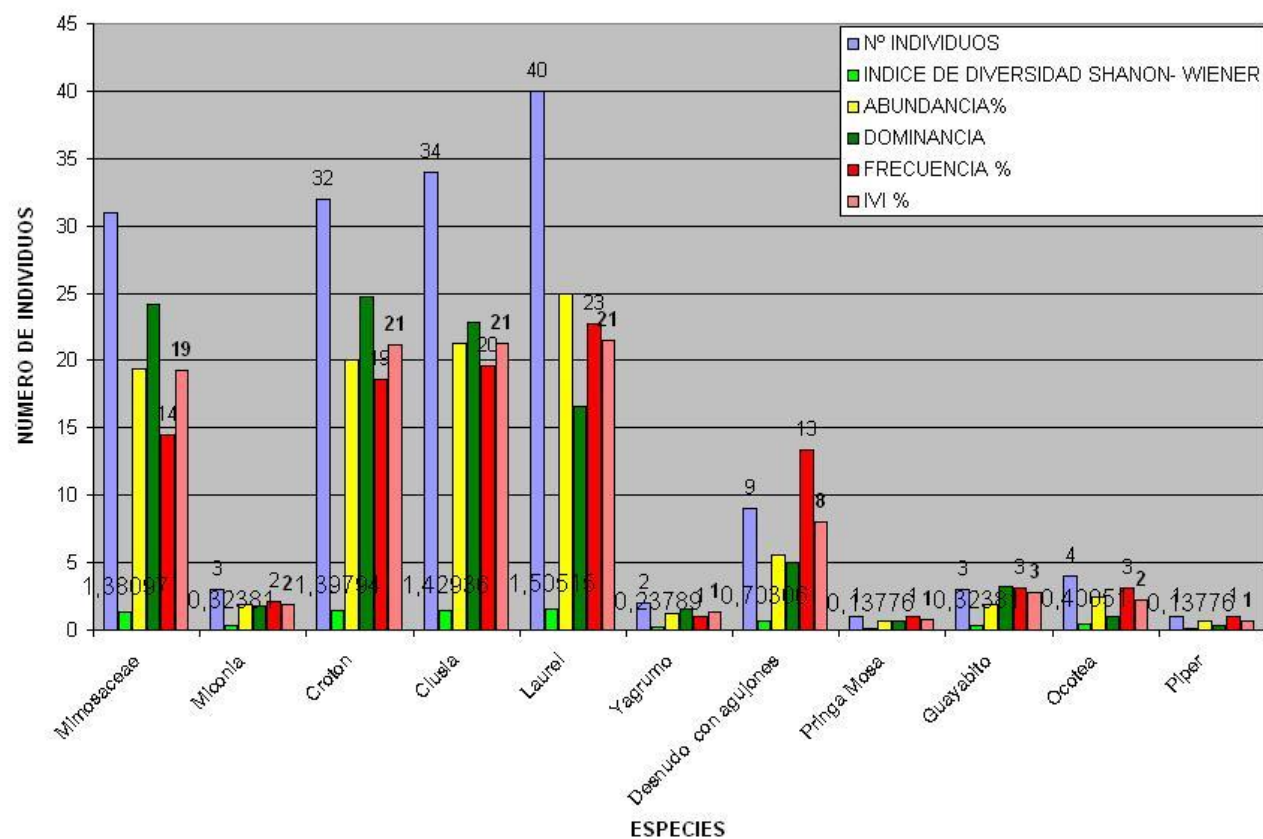
Una vez establecidas las especies más importantes, se puede apreciar observando la tabla N° 20 y la gráfica N° 13, que a pesar de presentar un índice de diversidad bajo (entre 0,13 y 1,5), la distribución de la riqueza florística no es tan concentrada en una especie como tal, mas bien tiende a observarse mas representatividad en este caso de 4 especies como las mas importantes en la población muestreada, sumando una estructura vegetal un poco más constituida, esto debido posiblemente a la distribución puntual de los pinos y la topografía menos inclinada de la parcela sobre el 30 % de pendiente, facilitando un mejor sustento para el sostén de nutrientes, dinámica y mecánica de las raíces sobre el suelo.

Tabla N° 20 Cuantificación de las especies nativas Parcela III, a partir de los índices de diversidad e importancia de Shannon - Wiener, Curtis y Cottam y el Índice de valor importancia (I.V.I).

ESPECIE	N°	DENSIDAD	PI	$H' = - \sum \frac{p_i}{\log p_i}$	H' max	$E = H'/H'_{max}$	CM (N°Especies/(N° Ind/sup))	$H'[1,4,5]$	Y	A%	$D = \frac{m^2 \sum (Area)}{\pi \times r^2 (m^2)}$	D%	F	Frecuencia %	IVI
Hueso Pescado	31	3,875	0,19	0,13810				1,38097		19,37500	0,0603147	24,12586	14	14,433	19
Miconia	3	0,375	0,02	0,03238				0,32381		1,87500	0,00436	1,742956	2	2,06186	2
Croton	32	4	0,2	0,13979				1,39794		20,00000	0,0619302	24,77209	18	18,5567	21
Clusia	34	4,25	0,21	0,14294				1,42936		21,25000	0,0529665	21,18659	19	19,5876	21
Laurel	40	5	0,25	0,15051				1,50515		25,00000	0,0416175	16,64699	22	22,6804	21
Yagrumo	2	0,25	0,01	0,02379				0,23789		1,25000	0,00393	1,570796	1	1,03093	1
Casia	9	1,125	0,06	0,07031				0,70306		5,62500	0,0124941	4,997646	13	13,4021	8
Pringa Moza	1	0,125	0,01	0,01378				0,13776		0,62500	0,00159	0,636173	1	1,03093	1
Guayabito	3	0,375	0,02	0,03238				0,32381		1,87500	0,00811	3,243694	3	3,09278	3
Ocotea	4	0,5	0,03	0,04005				0,40051		2,50000	0,00240	0,961327	3	3,09278	2
Piper	1	0,125	0,01	0,01378				0,13776		0,62500	0,00071	0,282743	1	1,03093	1
TOTAL	160	19,25	1	0,7978	2,2041	0,362	0,5714	7,978		100	0,250417	100	97	100	100

Fuente: Elaboración Propia

Grafica N° 13 Censo de Vegetación Nativa, Bajo Sombra (Parcela III Testigo).



Una vez, detalladas las tablas de resultados para las variables ecológicas delimitadas en el censo de la vegetación nativa, se observó la relación de valores medios, máximos y mínimos que se acentúan en cada parcela tal como se indica en la tabla N° 21, en función de los datos obtenidos en campo, reflejando principalmente el Diámetro a altura de pecho, la altura de Fuste y el área basal, esta última indicada en función de los incrementos medios anuales y por superficie. Según lo expuesto, pudo notar lo siguiente:

El diámetro promedio, en las parcelas I, II, y III; se encuentra alrededor de 0,04 m, manifestando un crecimiento muy similar tanto en sombra como para vegetación bajo claros naturales. El incremento medio anual se ubica alrededor de 0,001 m es decir 1 mm anual, estimado a partir del momento en que se establecieron las plantaciones de Pino caribe. Este valor no es significativo, dado que las especies son rastreras y de porte bajo en el sotobosque.

El área basal media, presenta un ligero comportamiento superior en la parcela I con $0,00214 \text{ m}^2$ respecto a las parcelas II y III cuyos valores fueron $0,00194 \text{ m}^2$ y $0,01653 \text{ m}^2$ los incrementos medios anuales y por superficie son despreciables, dado por el porte de la vegetación y el bajo desarrollo.

Los valores mínimos en diámetro están sobre 0,018 m y 0,012 m respectivamente para las parcelas II y III, ya que los esfuerzos de la vegetación se han concentrado más en crecer en número de individuos que por crecimiento diametral. Siendo la parcela I de 0,007 m, representando valores muy bajos en grosor o porte para el individuo como tal. Por su parte la parcela I se presentó un poco sobresaliente en los valores máximos en diámetro (0,160 m), en comparación a la parcela II y III con 0,1m respectivamente, pues presenta ventaja en condiciones de luz y diversidad de especies con un total de 15, que compiten por desarrollo y permanencia sobre el lugar. El comportamiento en altura fue más sobresaliente en las parcelas II y III con respecto a la parcela I, destacándose una media de 0,6 m parcelas (II y III). A diferencia de la parcela I con 0,55 m. de igual manera los valores máximos en altura, se ubicaron sobre los 15 y 16 m, mientras los mínimos sobre los 0,5 y 1,5m.

Tabla N° 22 Valores Medios, Máximos y Mínimos de las Variables
Diámetro, Altura y Área Basal en el Censo de la Vegetación Nativa.

	VARIABLES								
	VALORES	Diámetro Θ (metros)	Altura h (metros)	Radio (metros)	D/AÑO (m/año)	Area $=\pi r^2(m^2)$	Area= (m ² /año)	Area = (m ² /ha/año)	Total de Individuos
PARCELA I	Promedio	0,042	5,53	0,021	0,001	0,00214	0,00006	0,0000000	153 / 15 especies
	Sumatoria	6,370	847,40	3,185	0,168	0,32701	0,00861	0,0000036	
	Mínimo	0,007	0,50	0,004	0,0002	0,00004	0,000001	0,0000000	
	Máximo	0,160	16,00	0,080	0,004	0,02011	0,00053	0,0000002	
PARCELA II	Promedio	0,043716	6,084	0,021858	0,00115	0,00194	0,00005	0,0000000	101 / 8 especies
	Sumatoria	3,235	444,2	1,6175	0,085132	0,143592	0,00378	0,0000016	
	Mínimo	0,018	1,5	0,009	0,000474	0,000254	0,00001	0,0000000	
	Máximo	0,15	16	0,075	0,003947	0,017671	0,00047	0,0000002	
PARCELA III	Promedio	0,040313	6,00	0,020156	0,001061	0,001653	0,000043	0,00000002	160 / 11 especies
	Sumatoria	6,45	961,2	3,225	0,169737	0,264469	0,006960	0,00000290	
	Mínimo	0,012	1,5	0,006	0,000316	0,000113	0,000003	0,00000000	
	Máximo	0,12	15	0,06	0,003158	0,011310	0,000298	0,00000012	

Fuente: Elaboración Propia

4.4.1 Análisis de la vegetación Herbácea

Observando la tabla N° 22 y la gráfica N° 14, se pudo notar, que el diagnostico arrojado en el sondeo realizado sobre la vegetación herbácea con diámetro menor a 1cm, los valores medios para la variable diámetro presentaron un comportamiento ascendente desde la parcela I a la III; es decir 0,6 cm (PI), 0,95 cm (PII), y 1,1cm. (PIII) respectivamente. Fundamentado principalmente por el tipo de especies de acuerdo al valor importancia para cada parcela en particular, pues para la parcela I, presento menor diámetro pero se concentro en abundancia de individuos, obteniéndose como la mas importante la especie Miconia con 41 %, mientras la parcela II, mantuvo un diámetro cercano a 1 cm., su importancia estuvo dirigida al crecimiento en área basal de la especie Ocotea con 28 % y en la parcela III, se manifestó nuevamente con un diámetro ligeramente superior a 1 cm la especie Miconia, pero su comportamiento fue proporcional en cuanto a frecuencia y área basal, diferenciándose de la parcela I en la cantidad de los individuos presentes de dicha especie.

Por otra parte, se noto, que el diámetro máximo obtenido fue de 3 cm. (parcela II), en segundo lugar con un valor máximo de 2,5 cm (parcela III), y en un tercer lugar la parcela I, con 1 cm. Demostrando un comportamiento de las especies herbáceas a cielo abierto, a concentrar su importancia en la abundancia de individuos y las herbáceas bajo sombra a concentrar su importancia en crecimiento diametral dado por el área basal.

De igual manera se aprecia según la grafica N° 14, que los valores máximos en altura se muestran en las parcelas I y III, con 5 metros, mientras el valor promedio se ubico, cercano a los 1,30 m parcela II y III, 0,88 m parcela I, mientras la menor altura se ubicó entre 0,1 y 0,5 m respectivamente. El área basal se mostró con valores poco representativos, dados por la menudees del diámetro < 1cm; sin embargo

se tomó en cuenta para el calculo de las especies herbáceas, mas importantes por parcela. Tabla N° 23

Tabla N° 22 Resumen de Valores Medios, Máximos y Mínimos
Para la vegetación Herbácea con diámetros menores a 1 cm ($\Theta < 1$ cm)

PARCELAS	Valor	Diámetro Θ (cm.)	Altura h (metros)	Area $=\pi r^2(m^2)$
P - I	Promedio	0,597	0,88182	0,00003
	Máximo	1,000	5,00000	0,00008
	Mínimo	0,300	0,30000	0,00001
P - II	Promedio	0,945	1,2076	0,0001
	Máximo	3,100	3,8000	0,0008
	Mínimo	0,100	0,2400	0,0000
P - III	Promedio	1,097	1,3603	0,0001
	Máximo	2,500	5,0000	0,0005
	Mínimo	0,500	0,4000	0,0000

Fuente: Elaboración Propia

Gráfica N° 14 Representación del Diámetro, Altura y Área Basal

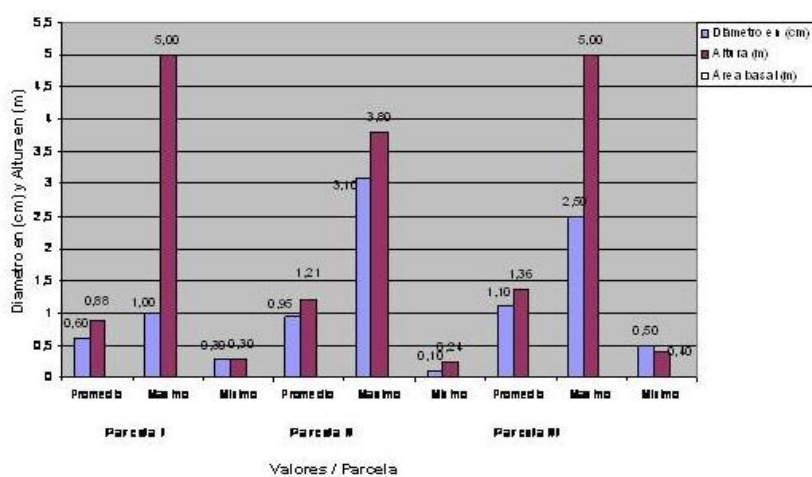


Tabla N° 23 Índice de Valor Importancia (IVI), de las especies Herbácea

	ESPECIES	TOTAL	FRECUENCIA / CUADRANTE	ABUNDANCIA %	DOMINANCIA %	FRECUENCIA %	IVI
PARCELA I	DORMIDERA	10	4	16	18	18	18
	BEJUCO	4	2	7	7	9	7
	MICONIA	28	7	46	45	32	41
	OCOTEA	7	3	11	10	14	12
	PIPER	1	1	2	1	5	2
	HUESO PESCADO	1	1	2	1	5	2
	LIANA	1	1	2	1	5	2
	BAMBUCILLO	1	1	2	3	5	3
	SOLANUN	7	1	11	11	5	9
	CASIA	1	1	2	4	5	3
	TOTAL	61	22	100	100	100	100
PARCELA II	MICONIA	10	4	23	24	21	23
	LAUREL	2	2	5	16	11	10
	OCOTEA	20	6	45	34	32	37
	CLUSIA	6	3	14	4	16	11
	CAFÉ	2	1	5	9	5	6
	DORMIDERA	2	1	5	2	5	4
	CROTON	1	1	2	1	5	3
	FICUS	1	1	2	10	5	6
	TOTAL	44	19	100	100	100	100
PARCELA III	GUAYABITO	2	1	6	2	5	4
	MICONIA	10	4	29	28	19	25
	LAUREL	5	3	15	13	14	14
	OCOTEA	6	3	18	16	14	16
	BAMBUSILLO	1	1	3	4	5	4
	PIPER	3	3	9	12	14	12
	CLUSIA	3	2	9	13	10	10
	PRINGAMOSA	2	2	6	2	10	6
	CROTON	3	2	9	15	10	11
	TOTAL	35	21	100	100	100	100

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se muestra un resumen de las especies nativas halladas durante la investigación identificadas por su nomenclatura científica y común.

Tabla 24. Resumen de especies identificadas en el sotobosque

Nº Individuo	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia
1	Bambucillo (carruzo)	<i>Arundo donax</i>	Poaceae
2	Bejuco	<i>Cissus verticillata</i>	Vitaceae
3	Cafeto	<i>Coffea arabica</i>	Rubiaceae
4	Casia	<i>cassia angustifolia</i>	Mimosaceae
5	Clusia	<i>Clusia rosea</i>	Clusiaceae
6	Croton	<i>Croton sp</i>	Euphorbiaceae
7	Desiduo Inerme	No Identificado	No Identificado
8	Dormidera	<i>Mimosa. púdica</i>	Fabaceae
9	Espiguilla Amaranto	<i>Amaranthus sp</i>	Amaranthaceae
10	Ficus	<i>Ficus sp</i>	Moraceae
11	Guayabito	<i>psidium guajava</i>	Myrtaceae
12	Hueso Pescado	<i>Albizia pistaciifolia.</i>	Fabaceae
13	Laurel	<i>Laurus L. nobilis</i>	Lauraceae
14	Mapurite	<i>Petiveria alliacea</i>	Phytolaccaceae
15	Miconia	<i>Miconia sp</i>	Melastomataceae
16	Ocotea	<i>Ocotea</i>	Lauraceae
17	Palo Maria	<i>Callophylum Brasiliense</i>	Clusiaceae
18	Piper (Cordoncillo)	<i>Piper nigrum L.</i>	Piperaceae
19	Pringa Moza	<i>Urtica urens</i>	Urticaceae
20	Psicotria	<i>Psychotria</i>	Rubiaceae
21	Solanum	<i>Solanum. l</i>	Solanaceae
22	Yagrumo	<i>Cecropia peltata</i>	Urticaceae
23	Helecho	<i>Pteridium aquilinum</i>	Dennstaedtiaceae
24	Orquídea	<i>Maxillaria tenuifolia</i>	Orchidaceae

4.5 Inventario de Pino Caribe Análisis Estadístico

4.5.1 Estadística descriptiva

El bosque de pinos se subdividió en 3 parcelas, la primera con 34 individuos y las otras dos parcelas con 59 individuos cada una. Se evaluaron los pinos presentes en cada parcela y se midieron las siguientes variables: CAP (m), Altura de la copa (m), altura del fuste (m), diámetro (m), radio (m), de los cuáles se obtuvieron: Diámetro medio (m), por año (m/año), área medida en m^2 , $m^2/año$ y $m^2/ha/año$.

Los datos se procesaron a través del paquete estadístico Statistix Analytical Software®, versiones 8.0 y 9.0 y Minitab 15.0. Los resultados arrojados por el software sobre la estadística descriptiva se presentan en los Anexos.

Analizando la Tabla 25 se tiene que en la parcela 3, todas las variables presentan una menor desviación estándar con respecto a las otras parcelas, la desviación estándar es la que mide como se alejan los valores individuales de la media. También la parcela 3 es la que presenta un menor coeficiente de variación que expresa la dispersión de los datos, es decir, la relación entre la desviación estándar y la media. Estos valores son aceptables, tomando en consideración que estos árboles han permanecido y se han desarrollado bajo condiciones naturales, porque son bosques con baja intervención humana.

En este estudio se prestó énfasis en el análisis de las variables Altura de la copa (m) y Diámetro (m).

Tabla 25. Estadística descriptiva por parcela de Pinos Caribe

		<i>N</i>	<i>SUMA</i>	<i>Lo 95% CI</i>	<i>MEDIA</i>	<i>Up 95% CI</i>	<i>SD</i>	<i>VARIANZA</i>	<i>SE MEDIO</i>	<i>C.V.</i>	<i>VALOR MIN</i>	<i>VALOR MAX</i>
Diámetro (m)	PARCELA 1	34	8.1519	0.2076	0.2398	0.2719	0.0921	8.480E-03	0.0158	38.408	0.0318	0.4775
	PARCELA 2	59	14.744	0.2185	0.2499	0.2813	0.1205	0.0145	0.0157	48.237	0.0764	0.5730
	PARCELA 3	59	14.084	0.2176	0.2387	0.2598	0.0809	6.550E-03	0.0105	33.904	0.0891	0.4456
D/Año (m/año)	PARCELA 1	34	0.2145	5.464E-03	6.309E-03	7.155E-03	2.423E-03	5.873E-06	4.156E-04	38.408	8.376E-04	0.0126
	PARCELA 2	59	0.3880	5.749E-03	6.576E-03	7.403E-03	3.172E-03	1.006E-05	4.130E-04	48.238	2.010E-03	0.0151
	PARCELA 3	59	0.3706	5.727E-03	6.282E-03	6.837E-03	2.130E-03	4.536E-06	2.773E-04	33.905	2.345E-03	0.0117
Altura de la copa (m)	PARCELA 1	34	492	13.446	14.471	15.495	2.9360	8.6203	0.5035	20.290	5.000	19.000
	PARCELA 2	59	889	14.242	15.068	15.893	3.1670	10.030	0.4123	21.018	7.000	19.000
	PARCELA 3	59	807	13.073	13.678	14.283	2.3226	5.3945	0.3024	16.981	8.000	18.000
Altura del fuste (m)	PARCELA 1	34	336	11.706	12.444	13.183	1.8674	3.4872	0.3594	15.006	7.000	15.000
	PARCELA 2	59	626	12.467	13.042	13.616	1.9782	3.9131	0.2855	15.168	6.000	15.000
	PARCELA 3	59	571	11.622	12.149	12.676	1.7935	3.2165	0.2616	14.762	8.000	15.000
RADIO (m)	PARCELA 1	34	4.0760	0.1038	0.1199	0.1359	0.0460	2.120E-03	7.896E-03	38.408	0.0159	0.2387
	PARCELA 2	59	7.3718	0.1092	0.1249	0.1407	0.0603	3.633E-03	7.847E-03	48.237	0.0382	0.2865
	PARCELA 3	59	7.0418	0.1088	0.1194	0.1299	0.0405	1.637E-03	5.268E-03	33.904	0.0446	0.2228
Area =πr^2(m²)	PARCELA 1	34	1.4579	0.0387	0.0516	0.0645	0.0370	1.368E-03	6.344E-03	71.670	7.957E-04	0.1790
	PARCELA 2	59	3.5556	0.0456	0.0603	0.0749	0.0562	3.161E-03	7.319E-03	93.285	4.584E-03	0.2578
	PARCELA 3	59	2.9410	0.0415	0.0498	0.0582	0.0319	1.015E-03	4.149E-03	63.930	6.239E-03	0.1560

Fuente: Elaboración Propia

4.5.1.1 Variable Altura De La Copa

La parcela 3 presenta una menor altura promedio de la copa (13,678 m), seguida por la parcela 1 con (14,471 m) y la parcela 2 con (15,068 m), realizando el análisis de las medidas de dispersión se puede apreciar que es en la parcela 3, donde se presenta la menor varianza (5.3945), desviación estándar (0.3024) y coeficiente de variación (16.981%), lo cual indica, que los valores entre los individuos presentan menor variabilidad con respecto al promedio. Esto se puede verificar observando el histograma del Gráfico 15. Nótese como se distribuyen las barras de manera más homogénea en la parcela 3 con respecto a las otras parcelas, además en el Gráfico 16, se muestra que las primeras parcelas tienen valores extremos, lo cual afecta el resultado de las medidas de dispersión, pero la parcela 3 concentra todos sus valores dentro de la caja.

En el caso del estudio de las variables por clase diamétrica, las clases se dividieron según el diámetro de la siguiente manera:

CLASE 1: Diámetro de 0-0,1 m

CLASE 2: Diámetro de 0,1-0,2 m

CLASE 3: Diámetro de 0,2-0,3 m

CLASE 4: Diámetro de 0,3-0,6 m

Gráfico 15. Histograma de frecuencias de la variable altura por parcelas.

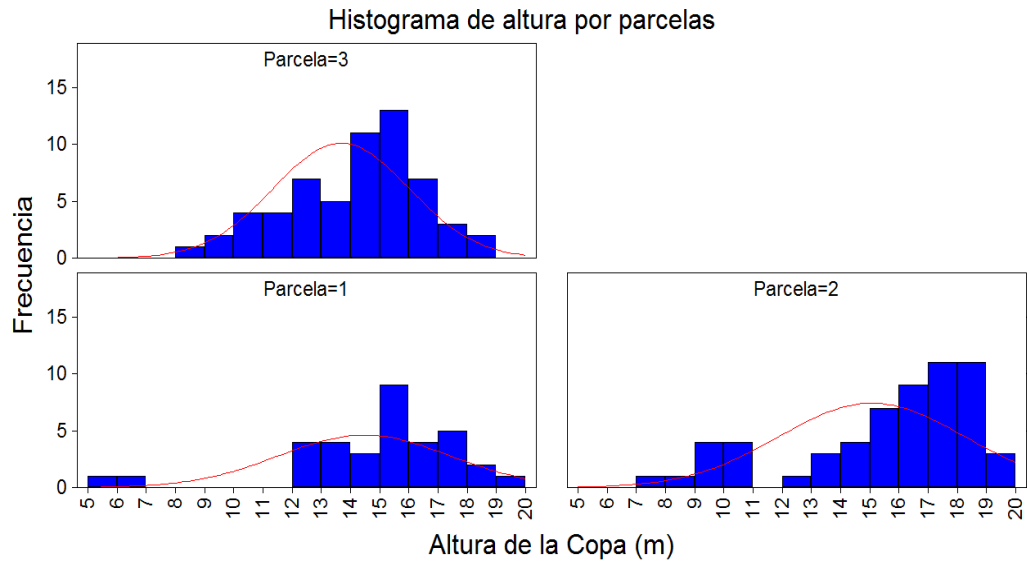
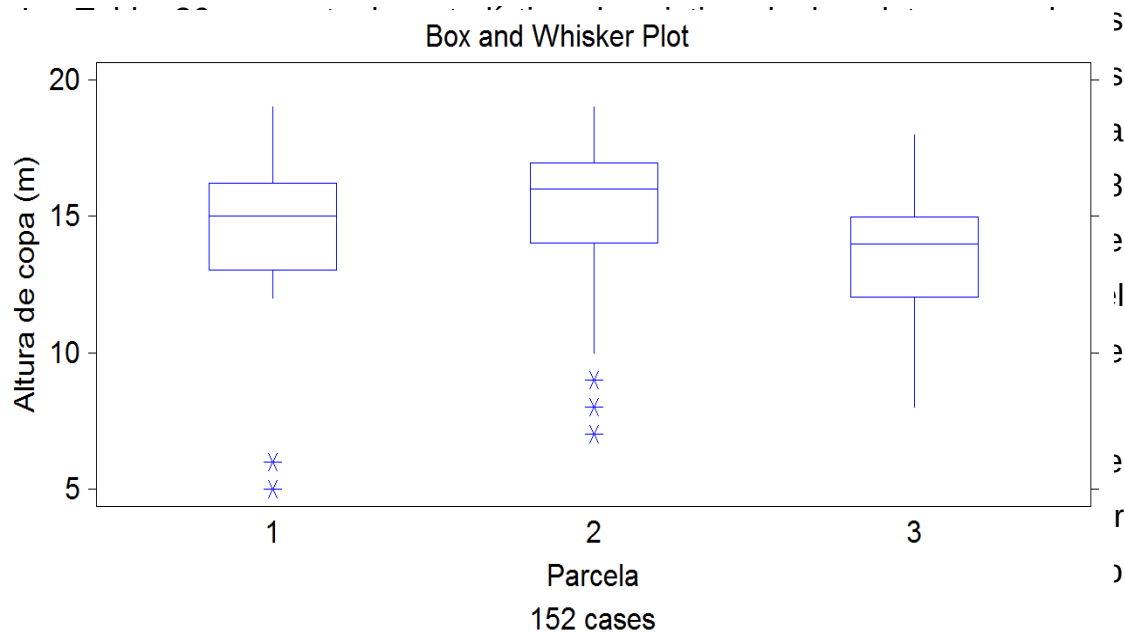


Gráfico 16. Diagrama de Caja para la variable Altura de la copa (m)



Todo lo anteriormente expuesto se corrobora con el análisis de los Gráficos 17 y 18, donde se muestra en el grafico de caja que todos los valores se concentran equitativamente alrededor de la media y que no existen valores

extremos para la Clase 3, pero en el caso de las otras clases los valores tienen sesgo por encima o por debajo de la media y en la Clase 4, existe un valor extremo. En el histograma de frecuencias los datos se distribuyen más homogéneos en la Clase 3, concentrando los valores máximo y mínimo más cercanos al promedio, en cambio en la Clase 2 ocurre de manera inversa, los valores tienden a alejarse del promedio habiendo árboles entre 5 a 20 metros de altura.

Tabla 26. Estadística Descriptiva por Clases Diamétricas

		<i>N</i>	<i>SUMA</i>	<i>Lo 95% CI</i>	<i>MEDIA</i>	<i>Up 95% CI</i>	<i>SD</i>	<i>VARIANZ A</i>	<i>SE MEDIO</i>	<i>C.V.</i>	<i>VALOR MIN</i>	<i>VALOR MAX</i>
Díámetro (m)	CLASE 1	8	0.6557	0.0639	0.0820	0.1000	0.0216	4.654E-04	7.624E-03	26.319	0.0318	0.0955
	CLASE 2	49	7.5471	0.1456	0.1540	0.1625	0.0294	8.671E-04	4.207E-03	19.118	0.1019	0.1910
	CLASE 3	58	14.8980	0.2497	0.2569	0.2640	0.0271	7.344E-04	3.558E-03	10.550	0.2005	0.2960
	CLASE 4	37	13.8780	0.3523	0.3751	0.3979	0.0683	4.664E-03	0.0112	18.207	0.3024	0.5730
D/Año (m/año)	CLASE 1	8	0.0173	1.682E-03	2.157E-03	2.632E-03	5.677E-04	3.223E-07	2.007E-04	26.319	8.376E-04	2.513E-03
	CLASE 2	49	0.1986	3.831E-03	4.053E-03	4.276E-03	7.749E-04	6.004E-07	1.107E-04	19.118	2.681E-04	5.026E-03
	CLASE 3	58	0.3920	6.572E-03	6.759E-03	6.947E-03	7.131E-04	5.086E-07	9.364E-05	10.550	5.277E-03	7.790E-03
	CLASE 4	37	0.3652	9.272E-03	9.871E-03	0.0105	1.797E-03	3.230E-06	2.955E-04	18.207	7.958E-03	0.0151
Altura de la copa (m)	CLASE 1	8	93	9.5320	11.625	13.718	2.5036	6.2679	0.8851	21.536	8.000	15.000
	CLASE 2	49	657	12.401	13.408	14.415	3.5055	12.288	0.5008	26.144	5.000	19.000
	CLASE 3	58	877	14.604	15.121	15.637	1.9653	3.8624	0.2581	12.997	11.000	19.000
	CLASE 4	37	561	14.336	15.162	15.988	2.4778	6.1396	0.4074	16.342	9.000	18.000
Area =πr^2(m²)	CLASE 1	8	1.198E-03	9.962E-05	1.498E-04	2.001E-04	6.007E-05	3.608E-09	2.124E-05	40.089	2.090E-05	2.094E-04
	CLASE 2	49	0.0249	4.555E-04	5.078E-04	5.601E-04	1.821E-04	3.316E-08	2.602E-05	35.861	2.144E-04	7.538E-04
	CLASE 3	58	0.0800	1.305E-03	1.379E-03	1.453E-03	2.822E-04	7.966E-08	3.706E-05	20.464	8.311E-04	1.811E-03
	CLASE 4	37	0.1111	2.613E-03	3.002E-03	3.390E-03	1.166E-03	1.360E-06	1.917E-04	38.854	1.890E-03	6.785E-03
RADIO (m)	CLASE 1	8	0.3279	0.0320	0.0410	0.0500	0.0108	1.163E-04	3.813E-03	26.319	0.0159	0.0477
	CLASE 2	49	3.7736	0.0728	0.0770	0.0812	0.0147	2.168E-04	2.103E-03	19.118	0.0509	0.0955
	CLASE 3	58	7.4490	0.1249	0.1284	0.1320	0.0135	1.836E-04	1.779E-03	10.550	0.1003	0.1480
	CLASE 4	37	6.9392	0.1762	0.1875	0.1989	0.0341	1.166E-03	5.614E-03	18.207	0.1512	0.2865

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 17. Histograma de frecuencias de la variable altura por clase diamétrica

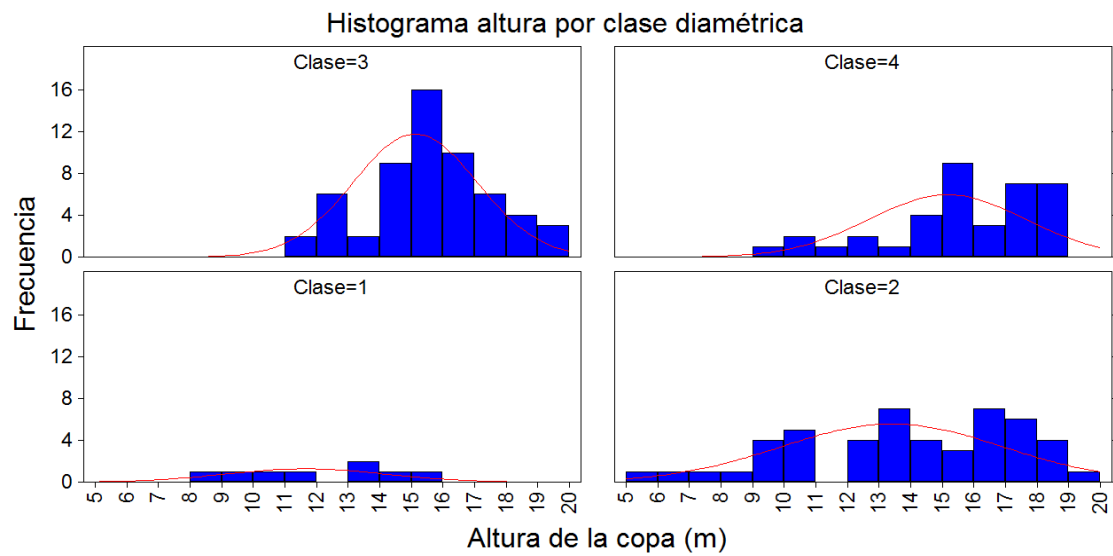
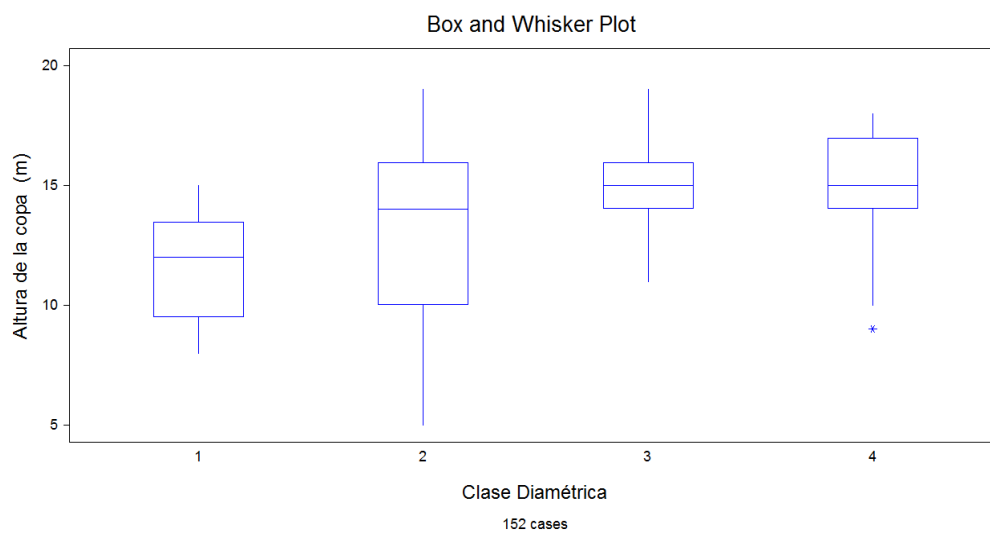


Gráfico 18. Diagrama de cajas de la variable altura por clase diamétrica



4.5.1.2 Variable Diámetro

Los valores promedios del diámetro por parcela indican en orden ascendente que, la parcela 3 posee el menor valor (0,006282 m), entre tanto la parcela 1 posee (0,006309 m) y la parcela 2 (0,006576 m).

Según el análisis de correlación de Spearman (Tabla 27) existe una relación muy débil entre estas variables ya que el valor de $r=0.3240$. La correlación se considera fuerte cuando el valor se aproxima a 1 (asociación directamente proporcional) o -1 (asociación inversamente proporcional). Por lo tanto, en el presente estudio no es recomendable realizar un análisis de regresión con el diámetro y la altura para determinar una ecuación que permita determinar alguna de estas variables. También se puede corroborar lo antes expuesto con el estudio del Gráfico 19, donde los valores de los árboles se encuentran muy dispersos alrededor de la línea, esto es indicativo de la falta de correlación.

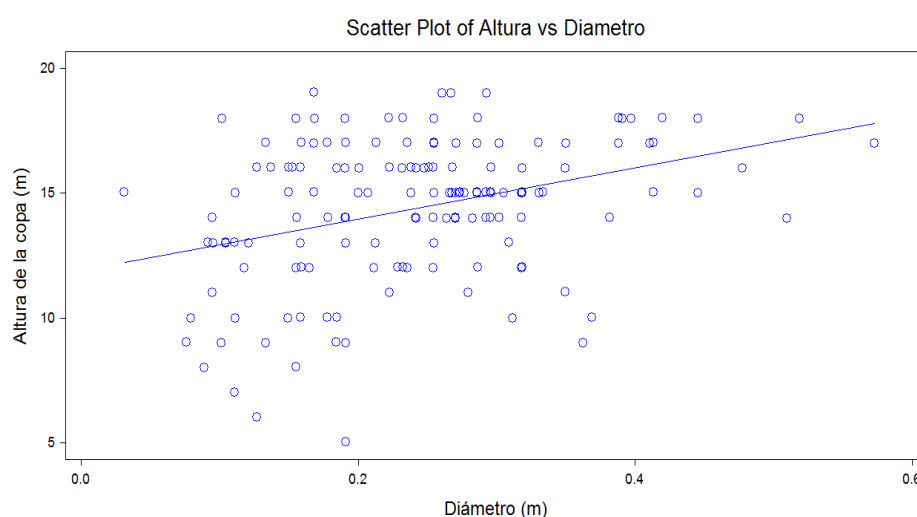
Tabla 27. Correlación de Spearman					
Statistix 9.0 PINOS GENERAL, 13/03/2009, 10:10:48 p.m.					
Spearman Rank Correlations, Corrected for Ties					
	AREA (m2)	AREA (m2/año)	ALTURA	DIAMETRO (m)	DIAMETRO (m/año)
A Fuste	1.0000				
A Copa	0.3236	0.3234			
D Diametro	1.0000	1.0000	0.3240		
D anual	1.0000	1.0000	0.3240	1.0000	
RADIO	1.0000	1.0000	0.3240	1.0000	1.0000
Maximum Difference Allowed Between Ties 0.00001					
Cases Included 152 Missing Cases 0					

Fuente: Elaboración Propia

Los datos presentan una menor dispersión en la parcela 3, esto significa que los diámetros de los árboles tienden a concentrarse alrededor de la

media, de esta manera se tiene que, la desviación estándar es de 0.00213, la varianza es de 0.000004536 y además el coeficiente de variación obtenido es de 33,905%, estos valores deben compararse con los reflejados en otros estudios. La parcela 2 presenta una mayor variabilidad entre los datos, igual como ocurre en la variable altura, esto expresa que los árboles de esta parcela tienen un mayor intervalo entre el valor mínimo y el máximo.

Gráfico 19. Diagrama de Altura de la copa (m) vs Diámetro (m)



El Grafico 20 muestra que en todas las parcelas existe un sesgo, en el caso de la parcela 1 y 3 los valores se concentran por debajo de la media, en la parcela 2 sucede al contrario, los valores en su mayoría se ubican por encima de la media y se presenta un valor extremo.

El Gráfico 21 indica que evidentemente a medida que se incrementa el diámetro la clase también lo hace, pero es importante señalar que en la Clase 4 existe un valor extremo, el cual es superior a 0,6 m.

En el Grafico 22 se aprecia el histograma por parcelas, donde la parcela 3 es la que presenta un comportamiento tendiente a la normalidad de acuerdo al apilamiento de las columnas, esto es confirmativo de lo que se ha venido planteando en párrafos anteriores sobre ésta parcela.

Por tanto es la Parcela 3, la que estadísticamente tiene una menor variabilidad de los datos de forma general para todas las variables estudiadas.

Gráfico 20. Diagrama de caja de la variable diámetro por parcelas

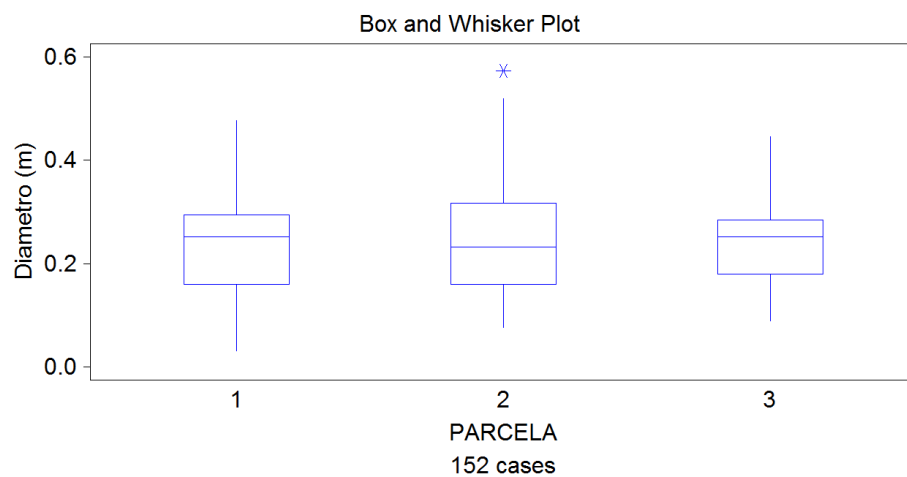


Gráfico 21 Diagrama de cajas de la variable diámetro por clase diamétrica

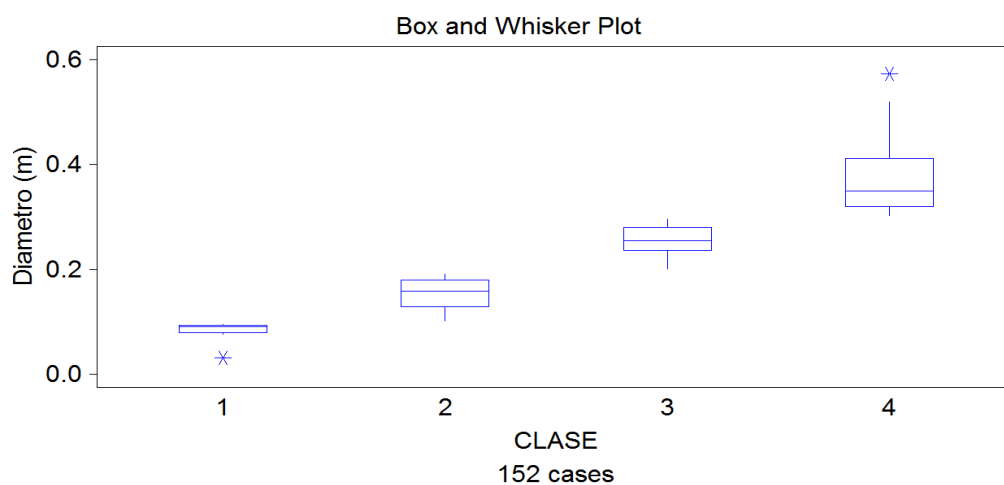
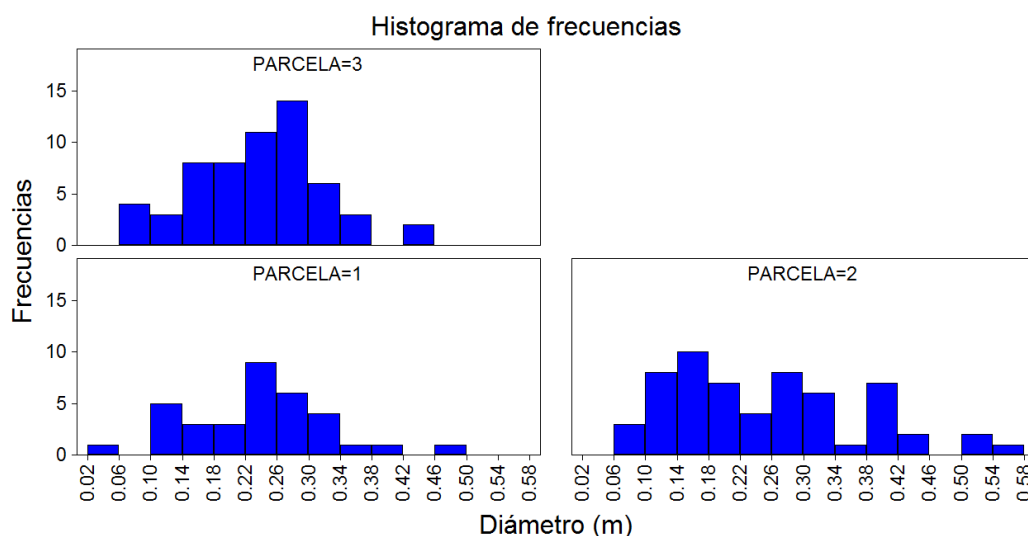


Gráfico 22. Histograma de frecuencias del diámetro

4.5.2 Análisis De Varianza (ANAVAR)

El objetivo principal del Anavar es contrastar si existen diferencias entre las diferentes medias de los niveles de las variables.

Para realizar el análisis de varianza se procedió a hacer la corrida de los datos a través del paquete estadístico y determinar los supuestos del ANAVAR, entre ellos la Normalidad de las varianzas (prueba de Shapiro-Wilk), homogeneidad de las varianzas (prueba de Bartlett), independencia de los errores (prueba de las corridas) y aditividad de los efectos, que para nuestro caso, ésta última prueba fue obviada, ya que solo es indispensable probar en los datos la normalidad y homogeneidad de varianzas, la independencia de los errores se incluye solo para corroborar que evidentemente se debe cumplir en las variables estudiadas, pero en la mayoría de los casos también es obviada porque se supone que los tratamientos fueron seleccionados al azar de una población. Si los supuestos llegan a cumplirse en su totalidad, el ANAVAR se puede efectuar por la vía Paramétrica, en caso contrario, si alguno de los supuestos necesarios no se llegan a cumplir, el análisis de la varianza debe realizarse por medio de la vía no paramétrica.

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 28, se rechaza la hipótesis de cumplimiento de los supuestos si el valor de probabilidad (p) es menor o igual a 0,05 que es el nivel de significancia seleccionado para este estudio.

Tabla 28. Resumen de las probabilidades obtenidas a través de los supuestos del ANAVAR

		Área (m ²)	Área (m ² /año)	Altura (m)	Diámetro (m)	Diámetro (m/año)	Radio
Normalidad de las varianzas	Datos reales	0,0000	0,0000	0,0000	0,0066	0,0066	0,0066
	Datos Transformados	0,4155*	0,4155*	0,0020	0,5984*	0,5984*	0,5984*
Homogeneidad de las varianzas	Datos reales	0,0001	0,0001	0,0609*	0,0088	0,0088	0,0088
	Datos Transformados	0,0269	0,0269	0,0412	0,0465	0,0465	0,0465
Independencia de los errores	Datos reales	0,0433	0,0433	0,7912*	0,1935*	0,1935*	0,1935*
	Datos Transformados	0,2036*	0,2036*	0,7912*	0,3654*	0,3654*	0,3654*

Fuente: Elaboración Propia

* Estadísticamente significativo ($p \geq 0,05$) para aceptar la hipótesis de cumplimiento de supuestos

El valor de probabilidad se expresa entre paréntesis. A valores de $p \leq 0,05$ se rechaza la Hipótesis de cumplimiento de supuestos.

Según la Tabla 28, ninguna de las variables cumple el supuesto de normalidad, la independencia de los errores es cumplido por Altura (m), Diámetro (m) y Diámetro (m/año), la homogeneidad de las varianzas se cumple solo en la variable Altura (m) de acuerdo a la prueba de Bartlett.

Se procedió a realizar la transformación de los datos utilizando el Box Cox de Minitab 15.0 aplicando Lambda óptimo (Tabla 27) para determinar si de esta manera los datos podían evaluarse por la vía paramétrica, que es más robusta, pero aunque en algunos supuestos los valores de probabilidad son mayores al nivel de significancia ($p \geq 0,05$), se decide realizar el Análisis de Varianza por la Vía No Paramétrica, porque para ninguna de las variables se cumplieron todos los supuestos.

La prueba indicada para este estudio de la varianza es la de Kruskal-Wallis, ésta es una prueba unifactorial por rangos, que de acuerdo a Siegel y Castellan (1998) se utiliza para determinar si k muestras independientes provienen de una misma población. Para ello se plantea

una hipótesis nula que indica si las muestras fueron extraídas de la misma población (o poblaciones idénticas), y una hipótesis alternativa que indica si las muestras proceden de poblaciones con diferentes tendencias centrales (medianas).

Como el tamaño de las muestras es grande es preciso realizar una aproximación a la distribución de Ji cuadrado (χ^2) para obtener un buen análisis de los resultados.

4.5.2.1 Hipótesis planteada:

Hipótesis nula (Ho): Las parcelas son similares en sus características

Hipótesis alternativa (Ha): Las parcelas difieren en alguna de sus características

4.5.2.1.1 Variable Altura (m) por Parcelas

La prueba de Kruskal-Wallis efectuada sobre las parcelas (Tabla 29) señala que existe diferencias significativas entre las medianas muestrales de la Altura por parcelas, lo que equivale a que al menos una de las parcelas es diferente de otra, dado que el $KW_{calculado}(13,1754)$ es mayor al χ^2 tabulado (5,99) y la probabilidad es $p(0,0014) \leq 0,05$.

Tabla 29. Resultados de la prueba de Kruskal Wallis y la prueba de medianas

Variable Altura (m)			Variable Diámetro (m)		
Parcela	Rangos promedios	Grupos homogéneos	Parcela	Rangos promedios	Grupos homogéneos
1	77,853	AB	1	77,074	A
2	90,686	A	2	76,356	A
3	61,534	B	3	76,314	A
KW=13,174; p=0,0014			KW=0,0075; p=0,9963		
Clases			Clases		
1	33,688	B	1	4,5000	C
2	65,031	AB	2	33,0000	C
3	84,414	A	3	86,5000	B
4	88,541	A	4	134,0000	A
KW=15,7707; p=0,0013			KW=135,462 p=0,0000		

Fuente: Elaboración Propia
Letras diferentes indican grupos homogéneos distintos

Al realizar la prueba de medias se obtiene que existan dos grupos A y B en los cuales hay diferencias estadísticamente significativas. La mediana de la parcela 3 difiere de la Parcela 2, en cambio entre la parcela 1 y 3 las medianas son aproximadas (Grupo AB).

4.5.2.1.2 Variable Altura (m) por Clases Diamétricas

El Anavar realizado a la variable altura con respecto a las Clases señala que existen diferencias entre las medianas con un W calculado (15,7707) mayor al χ^2 tabulado (7,82) y la probabilidad es $p(0,0013) \leq 0,05$. Según la prueba de medias se encontraron diferencias entre las clases obteniéndose dos grupos A y B. El grupo formado por las Clases 3 y 4 que comparten rangos promedios similares (las mayores), el grupo AB intermedio entre el grupo A y B pertenece a la parcela 2, y el grupo B con el rango menor perteneciente a la parcela 1.

4.5.2.1.3 Variable Diámetro (m) por Parcelas

De acuerdo a la prueba de Kruskal Wallis no se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto los diámetros de las parcelas son muy similares entre sí, obteniéndose un KW (0,0075) menor a χ^2 tabulado (5,99) y un valor de $p(0,9963) > 0,05$.

4.5.2.1.4 Variable Diámetro (m) por Clases Diamétricas

Haciendo el análisis de las clases diamétricas, evidentemente también se encontraron diferencias significativas con un KW (135,462) mayor a χ^2 tabulado (7,82) y un valor de $p(0,0000) \leq 0,05$.

Se hallaron diferencias significativas al realizar la prueba de medianas por clases, de esta manera, se obtuvo que existen 3 grupos homogéneos A, B, C. El grupo A, formado por la parcela 4 con el mayor rango promedio, le sigue el grupo B formado por la Clase 3 y, con los rangos más bajos el grupo C perteneciente a las Clases 1 y 2

4.6 Análisis de la Densidad de Plantación Pino caribe

Analizando la tabla N° 30 y las gráficas 22, 23 y 24, se pudo constatar, que la parcela I, está cubierta por 25 cuadrantes, dentro de los cuales existe un individuo por cuadrante en su gran mayoría, en este caso, 19 cuadrantes. Tan sólo el cuadrante 27 y 9, presentaron la mayor densidad con 4 y 3 individuos respectivamente, representando una densidad de 0,12 y 0,15 ind /20m², en un segundo lugar, con dos individuos por cuadrante (0,1ind/20m²), los cuadrantes 5, 6 y 34; situándose con una densidad promedio de 0,07 ind/20m². Esto se puede evidenciar también en la figura N° 11, vista la plantación desde planta (Distribución de la plantación de Pino caribe sobre las parcelas I, II, III y reflejo de los claros naturales, vistos desde Planta).

Siguiendo con el análisis de densidad la parcela II, se mostró con una distribución de la plantación en más de la mitad de sus cuadrantes (17 de 33), con al menos 2 individuos por cada 20 m², sólo en 16 de los cuadrantes presentaron 1 individuo contabilizado /20 m², lo que se traduce en 10 cuadrantes con 2 individuos /20 m², 5 cuadrantes con 3 in individuos /20 m² y 2 cuadrantes con 4 individuos /20 m², para situarse con una densidad promedio de 0,09 ind/m².

Por último, la parcela III, fue la que mayor densidad de plantación presento, (un promedio de 0,10 ind/m², evaluada en base a 29 cuadrantes, representado sólo 11 de ellos 11 cuadrantes con al menos 1 ind/20m²; 12 cuadrantes con al menos 2 ind/20m², 2 cuadrantes con al menos 3 ind/20m²; 3 cuadrantes con al menos 4 ind/20m²; y sobresaliendo el cuadrante número 25 con 6 ind/20m², sin duda fue la que mayor aglomeración de pino presento en cuanto densidad y distribución de la plantación. Nótese figura 11.

Tabla N° 30 Densidad del Pino Por Cuadrante/20 m²

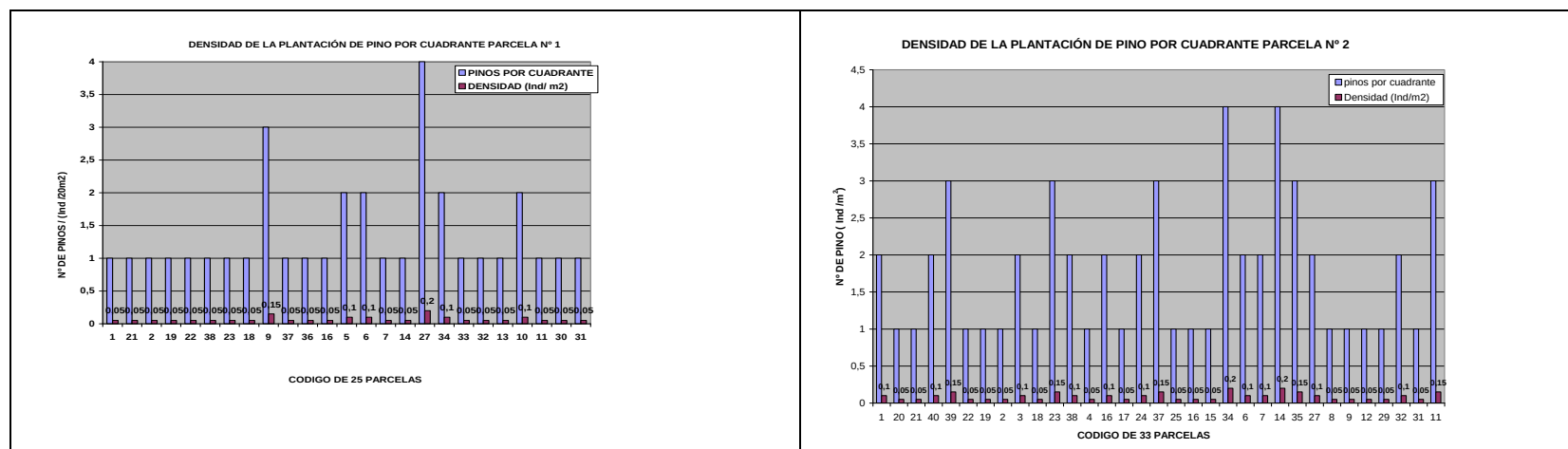
PARCELA I			PARCELA II			PARCELA III		
cuadrante = 25 parcelas	pinos por cuadrante	Densidad Ind/ 20m ²	cuadrante = 33 parcelas	pinos por cuadrante	Densidad Ind/ 20m ²	cuadrante = 29 parcelas	pinos por cuadrante	Densidad Ind/ 20m ²
1	1	0,05	1	2	0,1	1	2	0,1
21	1	0,05	20	1	0,05	21	1	0,05
2	1	0,05	21	1	0,05	40	2	0,1
19	1	0,05	40	2	0,1	2	1	0,05
22	1	0,05	39	3	0,15	7	4	0,2
38	1	0,05	22	1	0,05	3	2	0,1
23	1	0,05	19	1	0,05	23	1	0,05
18	1	0,05	2	1	0,05	38	1	0,05
9	3	0,15	3	2	0,1	37	3	0,15
37	1	0,05	18	1	0,05	17	3	0,15
36	1	0,05	23	3	0,15	4	2	0,1
16	1	0,05	38	2	0,1	16	1	0,05
5	2	0,1	4	1	0,05	25	6	0,3
6	2	0,1	16	2	0,1	36	4	0,2
7	1	0,05	17	1	0,05	35	2	0,1
14	1	0,05	24	2	0,1	15	1	0,05
27	4	0,2	37	3	0,15	6	1	0,05
34	2	0,1	25	1	0,05	14	1	0,05
33	1	0,05	16	1	0,05	27	2	0,1
32	1	0,05	15	1	0,05	33	2	0,1
13	1	0,05	34	4	0,2	34	4	0,2
10	2	0,1	6	2	0,1	32	2	0,1
11	1	0,05	7	2	0,1	31	1	0,05
30	1	0,05	14	4	0,2	30	1	0,05
31	1	0,05	35	3	0,15	12	2	0,1
TOTAL	34	1,7	27	2	0,1	13	2	0,1
Densidad media		0,07	8	1	0,05	8	2	0,1

...Continuación Tabla N° 30

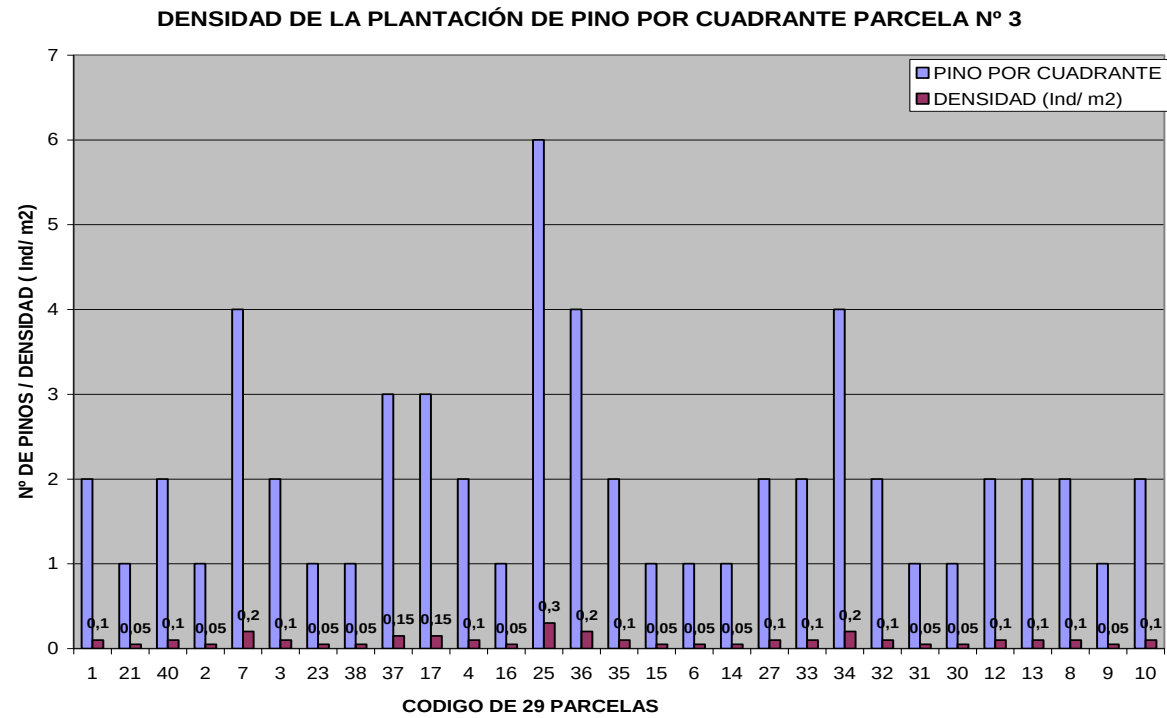
PARCELA I			PARCELA II			PARCELA III		
cuadrante = 25 parcelas	pinos por cuadrante	Densidad Ind/ 20m ²	cuadrante = 33 parcelas	pinos por cuadrante	Densidad Ind/ 20m ²	cuadrante = 29 parcelas	pinos por cuadrante	Densidad Ind/ 20m ²
			9	1	0,05	9	1	0,05
			12	1	0,05	10	2	0,1
			29	1	0,05	TOTAL	59	2,95
			32	2	0,1	Densidad media		0,10
			31	1	0,05			
			11	3	0,15			
			TOTAL	59	2,95			
			Densidad media		0,09			

Fuente: Elaboración Propia

Grafica N° 22 Densidad de Plantación Pino caribe Parcela I Grafica N° 23 Densidad de Plantación Pino caribe Parcela II



Grafica N° 24 Densidad de Plantación Pino caribe Parcela III



CAPITULO V

5. CONCLUSIONES

En función de la serie de análisis detallada y expuesta en el conjunto de tablas figuras y graficas mostradas en e capitulo anterior, es necesario recalcar los aspectos más resaltantes y trascendentales arrojados por la investigación, de acuerdo con ello se tiene lo siguiente:

- El sustrato sobre el cual se erigieron las especies nativas y la plantación de Pino caribe propiamente dicha, esta compuesto a grosso modo por un horizonte A, de textura Franco arcillo arenoso, envuelto sobre una matriz arenosa, en los primeros 25 cm de suelo y franco arenoso en profundices superiores a los 25 cm. Los niveles de fertilidad son deficientes, sólo el potasio se manifestó con rango aceptable con respecto al fósforo y el calcio que estuvieron por debajo de lo esperado. Es por ello que el pH es ácido ubicado alrededor de 4,4.
- El contenido de humedad del suelo, se ubico sobre el 11% y la materia orgánica en un rango promedio de 4,44% a 5,78 % ambos valores ciertamente altos, lo que manifiesta una relación muy baja en mineralización, descomposición de la materia orgánica, y ciclado de nutrientes sobre el suelo.
- El contenido de hojarasca se ubico sobre los 2 kg en promedio por metro cuadrado, valor significativamente alto, que representa ciertamente una limitante a la penetración de las raíces de las especies nativas sobre el suelo
- Los niveles de transmisión de luz fueron relativamente bajos sobre todo para la parcela II, (entre 8,1 % y 31,90%) representado una cobertura de copa ciertamente solapada, de igual forma con un rango ligeramente superior, se manifestó la parcela III con 3,4 % y 33,6% a pesar de ello los claros naturales, resultaron ser mas frecuentes sobre la parcela. Y por supuesto la parcela I manifestó las mayores entradas de luz sobre los 34,50% y 97% con aclareos inducidos.

- La densidad de la plantación de pino caribe en términos de índice de área foliar, LAI, se constituyó sobre los 2 m^2 de área foliar por cada metro cuadrado de superficie de suelo. De igual forma la densidad de la plantación del pino en términos de individuos por metro cuadrado estuvo alrededor de dos pinos por cuadrante ($2 \text{ ind}/20 \text{ m}^2$). Destacando una cobertura de copa sobre el 70% en aglomeración.
- Las especies mas importantes de la vegetación nativa de porte leñoso arbustos y plantas con diámetros superiores a 1 m de DAP, fueron para el censo bajo claros naturales el Laurel y el Croton; entre las mas comunes la Clusia y la Casia, entre las mas raras el Palo María, Mapurite, Yagrumo, Psicotria, Dormidera y Pringa Moza. Luego entre las mas destacadas en los censo bajo sombra lo fueron la Clusia, El Laurel y El Croton, entre las mas comunes, la Ocotea, Piper, y Pringa Moza, de las mas raras el Yagrumo, el guayabito y el Hueso pescado. En general se encontraron 20 especies con DAP superior a 1 cm y en promedio de 4,2 cm y 5, 87 m de altura.
- El índice de diversidad de Shannon - Wiener, Curtis y Cottam se situó alrededor de $H' = 0,83$, valor muy cercano a la unidad, cuyo rango debe estar entre (1 y 4,5) mientras mas cerca de 4,5 esté, mas diversa es la población muestreada. Por lo tanto se determino que la abundancia de especies se concentro tal como se explico en el párrafo anterior, sobre dos y tres especies en particular, indicando una baja diversidad del la población por efectos de los factores luz y espacio limitados por la plantación de pino caribe. Es por ello que los indicadores de crecimiento y presencia de especies sobre el sotobosque dados por la abundancia la dominancia y la frecuencia, están sujetos directamente por la disponibilidad de luz, la disponibilidad de un suelo fértil con un horizonte A bien constituido, y el espacio en términos de densidad de área foliar por metro cuadrado, que permita un excelente proceso de, transpiración, fotosíntesis, y mineralización de nutrientes sobre el sustrato como tal.

- Por último de las herbáceas y rastreras menores a 1cm de diámetro se pudo destacar como las especies mas importantes bajo claros naturales La Miconia luego entre las comunes la Dormidera, la Ocotea y el Bejuco, entre las raras el hueso pescado, Piper, Liana, Bambucillo, y la el Solanum. Mientras en las especies rastreras el Jala Patras, y el helecho. Por su parte para la vegetación herbácea Bajo Sombra, también estuvo destacada por la presencia de Miconia en la parcela III, y la Ocotea en la parcela II, entre las comunes, la Clusia, El Laurel, Piper, y entre las más raras la Dormidera, Café, Croton, Ficus, Pringa Moza y Bambucillo. El diámetro promedio se ubico alrededor de los 0,88 cm y la altura en 1,15 m dentro de 15 especies halladas y entre algunas rastreras se contabilizaron el Jala Patras, Helecho, Orquídea Oreja de Elefante, Pajilla.
- El índice de diversidad de Shannon - Wiener, Curtis y Cottam se situó alrededor de $H' = 0,26$ muy por debajo de la unidad indicando la escasa diversidad ciertamente fue producto de las dos especies mas importantes la Miconia y la Ocotea.
- En el presente estudio las comunidades secundarias, demuestran que la conservación de algunas especies tolerantes y nómadas están amenazadas debido a que tienen una capacidad de regeneración muy restringida. Los planes de manejo forestal demuestran un ciclo de crecimiento sin intervención alguna durante 38 años, y en este lapso dominan las especies pioneras tempranas y tardías. La repetición de este ciclo reducirá cada vez más las poblaciones de las especies nativas, manteniéndose en latencia y sumisos hasta que se aplique alguna intervención silvicultural.
- El inventario de la plantación de pino arroyo un total de 152 individuos, cuya distribución no presento planificación alguna, la misma, fue al azar. Los diámetros medios estuvieron alrededor de 0,24 m con alturas de copa de 14,41 m y de fuste 12,55 m y el área basal alrededor de $0,05 \text{ m}^2$, los crecimientos medios anuales en los últimos 38 años

estuvo a razón de 0,03m/año. Según el análisis las pruebas estadísticas, se concluyo que no existe una relación proporcional entre el diámetro y la altura ya que los valores estándar de crecimiento de los pinos por individual, estuvieron alejados de las media sobre todo para la parcela I y II, sólo la parcela III, presentó una distribución normal en los patrones de crecimiento y distribución de los pinos tanto para el diámetro y la altura como por clase diamétrica. Las clase diamétrica mas predominante con mayor relación a la media y de distribución normal fue la número 3, es de decir diámetro comprendido entre Θ entre **(0,2m – 0,3 m)**.

CAPITULO VI

6. RECOMENDACIONES

El presente capitulo, contempla una serie de recomendaciones, ajustadas a los resultados obtenidos procedentes del plan de trabajo desarrollado, las mismas se basan en la base científica, diagnostico técnico, planificación y metodología aplicada y experiencia en sistemas de plantaciones y bosques nativos, dirigidas a fortalecer la interacción de los ecosistemas allí presentes, para ello se estima lo siguiente:

- En principio, vale decir, que es absolutamente prominente, activar un sistema de de podas y aclareos con los métodos silviculturales tradicionales, como entresacas, cortas, desrames, a razón de 50 y 70 % en función de la densidad por metro cuadrado, a fin de incentivar la entrada de luz y fomentar el desarrollo espacial de las especies nativas que resultaron más importantes en la investigación, como la Miconia, Clusia, Croton, y Laurel, siendo estas las más abundantes. Estos tratamientos pueden ser aplicados en el primer semestre de del año (enero a mayo), para asegurar la germinación y diseminación de semillas de las especies arbustiva y arbóreas del lugar.

- Implementar un sistema de viveros, para incrementar y acelerar el desarrollo de la especies nativas de la zona, haciendo uso de la recolección de semillas que respondan una excelente viabilidad, esto como resultado del aprovechamiento de los resultados de las investigaciones como tesis, seminarios y practicas de campo desarrolladas por el departamento de Ecología de la Universidad Simón Bolívar, sobre el bosque nativo ubicado al frente de la plantación de Pino Caribe.
- Establecer jornadas de reforestación, recolección de semillas, fertilización, limpieza del terreno como remoción de capas de acículas y otras actividades, con los estudiantes y el apoyo el grupo de guarda bosques de la universidad. Para garantizar y fomentar el desarrollo de los bosques aledaños a la universidad y así darles el valor e importancia que se merecen.
- En la búsqueda de caminos para la restauración ecológica de dichos bosques que depende en gran parte de la situación ecológica, socioeconómica y política del sitio en cuestión, hace falta estudiar los factores limitantes como los político administrativos y técnicos, que suelen ser los más frecuentes y determinantes. Para lograr apoyar una visión de conservación del ambiente que incluya la conservación y la restauración y recuperación de sitios improductivos o muy degradados, ya que cualquier meta ecológica se verá truncada por posteriores daños o abusos en el uso y/o subutilización de los recursos.
- Motivar los trabajos científicos de investigación para ganarle terreno al conocimiento y funcionamiento de los ecosistemas allí presentes, a partir de tesis de grado, talleres, jornadas y programas de recuperación sobre los bosques nativos y plantaciones de la Universidad Simón Bolívar, para darle continuidad a los existentes y a los que esperan por ejecutarse.

CAPITULO VIII

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLENDE J., 2006. **Primeras Jornadas sobre la Gestión de los Bosques de la Universidad Simón Bolívar** en Sartenejas, Una perspectiva histórica del origen y la gestión de los bosques de la USB. <http://jornadasbosquesusb.eventos.usb.ve/relatoria.htm> [Consulta 22 de marzo 2008].
- AMPONSAH I, P COMEAU, R BROCKLEY, V LIEFFERS. 2005. **Effects of repeated fertilization on needle longevity, foliar nutrition, effective leaf area index, and growth characteristics of lodgepole pine in interior British Columbia, Canada.** Can. J. For. Res. 35: 440-451.
- ARISTIGUETA, L., 2006 **Primeras Jornadas sobre la Gestión de los Bosques de la Universidad Simón Bolívar en Sartenejas** **Potencial de los bosques de la USB para la investigación biológica.** <http://jornadasbosquesusb.eventos.usb.ve/relatoria.htm> [Consulta 22 de marzo 2008]
- ARIZA F., 2008. **Efectos en las plantas y las comunidades vegetales de Los factores luz, temperatura, atmósfera y viento en un bosque del mediterráneo.** España, Universidad de Murcia.
- ASAMBLEA NACIONAL, Marzo de 2000 **Constitución de la República Bolivariana de Venezuela.** Publicada en Gaceta Oficial Extraordinaria N° 5.453. Caracas Venezuela
- ASHTON, S. GAMAGE., 1997. **Restauración de una selva tropical de Sri Lanka, El uso de Pino Caribe como tratamiento para el establecimiento tardío de sucesión de especies arbóreas,** IAUN, CVS, British Ecological Society.
http://creativecommons.org/licenses/bync/2.5/deed.es_CL, [consulta , 06 mayo 2008]. **BROQUEN, P. PELLEGRINI V., y F. CANDAN.** 2006. **Cambios en el sotobosque asociados al reemplazo de la**

vegetación natural por *Pinus ponderosa* Dougl. Con diferentes manejos (SO de Neuquén, Argentina) pags. 50-65.

http://www.inia.es/gcontrec/pub/candanroquen,pellegrini_1144396991265.pdf.<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1710800>

[Consulta 3 de abril 2008].

CAMPBELL GS. JM, NORMAN 1989. **Canopy structure**. In Pearcy RW, J Ehleringer, HA Mooney, PW Rundel eds. **Plant physiological ecology: Field methods and instrumentation**. London, UK. Chapman and Hall. p. 301-325.

CHERRY M, C MACFARLANE, P SMETHURST, C BEADLE. 2002. **Visual guide to leaf area index of Eucalypt lantations**. Hobart, Australia. Cooperative Research Centre for Sustainable Production Forestry. 24 p.

M. MD. **CAIN** y SHELTON M.G., 2001. **Secondary forest succession following reproduction cutting on the Upper Coastal Plain of southeastern Arkansas, USA**. Forest Ecology and Management 146 (1-3), 223-238.

CONTICELLO L., GANDULLO R., BUSTAMANTE A., TARTAGLIA C., 1996. **Fitosociología de los bosques caducifolios del norte del departamento Lacar y sur de Huiliches de la provincia de Neuquén** Argentina. Bosque 17 (2), 27-43.

<http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=AGRINFO.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=001078>

[Consulta 12 de abril 2008]

CURTIS J, COTTAM G (1962). **Plant Ecology Workbook**. Burgués. Minneapolis, MN, EEUU. 193 pp.

DUQUE J., (1993). **Análisis sobre la sostenibilidad del recurso forestal en la Unidad III de la Reserva Forestal de Ticoporo - Barinas, Venezuela**. *Rev. Forestal Latinoam.* 11: 27- 48.

SUSAETA, E., 2004. **La empresa forestal: perspectiva desde los 90 / SECCIÓN ESPECIAL 9 VOL. XX / Nº 2 / Eladio Susaeta /**

Revista

AmbienteYDesarrollo. http://www.uach.cl/externos/epicforce/pdf/otros_documentos/empr_fores_perspe_90.pdf [Consulta 10 de abril 2008]

RAIMUNDEZ, E., 2006. **Primeras Jornadas sobre la Gestión de los Bosques de la Universidad Simón Bolívar** en Sartenejas Los bosques de la USB como un recurso de investigación. <http://jornadasbosquesusb.eventos.usb.ve/relatoria.htm> [Consulta 22 de marzo 2008]

FAO. 2006. **Guidelines for Soil Description.** Roma http://72.14.205.104/search?q=cache:y8fn5cDIUT0J:ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/guidel_soil_descr.pdf+FAO.+2006.+Guidelines+for+Soil+Description.+FAO,+Roma&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=ve&client=firefox-a [Consulta 20 de abril 2008]

FERNÁNDEZ M., GYENGE M., DALLA SALDA G., SCHLICHTER T., 2002. **Silvopastoral systems in northwestern Patagonia. I: growth and photosynthesis of Stipa speciosa under different levels of Pinus ponderosa cover.** Agroforestry Systems 55 (1): 47:55.

LAMB D., Y GEORGE D., 2006. **La restauración ecológica un medio para conservar la biodiversidad y mantener los medios de vida** Society for Ecological Restoration International (Sociedad internacional para la restauración ecológica) y la Comisión sobre el manejo de ecosistemas (CEM) de la IUCN -International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales). http://www.ecologia.edu.mx/repara/download/III_1_RestauracionEcologica_GannAndLamb2006.pdf [Consulta 15 de abril 2008], http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T6X-

[42Y7D6C&_user=10&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&view=c&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=f4a84fdee4327bd98b054cec5481699f](#) [Consulta 15 de abril 2008].

HARRINGTON, CA (1999). **Forest planted ecosystem restoration or conservation**. *New Forest* 17: 175 -190.

HUNTE, M.L.Jr (ed.), 1999. **Maintaining biodiversity in forest ecosystems**. Cambridge University Press. U.K., 698 pp.

INAMEH, (2008). Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología parque Tecnológico USB, Sartenejas. <http://www.inameh.gob.ve>

JEREZ R. MAURICIO, LAWRENCE V. Y ANA Y. MORET 1999, **Un modelo de competencia para las plantaciones de teca del área experimental de la Reserva Forestal Caparo (Barinas-venezuela)** Rev. Forest. Venezolana. 43 (2), 157-171.

http://www.interciencia.org/v31_11/index.html [Consulta 3 de abril 2008]
<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2205713>
 [Consulta 3 de abril 2008]

LAMB D, PARROTTA J, KEENAN R, TUCKER N (1997) **Rejoining habitat remnants: restoring degraded rainforest lands**. En Laurence WF, Bierregaard RO (Eds.) *Tropical forest remnants. Ecology, Management, and Conservation of fragmented communities*. The University of Chicago Press. EEUU. pp. 366-385.

[LANG A.R.G., 1987](#): **Simplified estimate of leaf area index from transmittance of the sun's beam**. *Agric. For. Meteor.* 41, 179-186.

LARSON BC. OLIVER CD, 1996. **Forest stand dynamics** (Update edition). New York, USA. John Wiley and Sons. 520 p.

LEMENIH M., GIDYELEW T., TEKETAY D., 2004. **Effects of canopy cover and under story environment of tree plantations on richness, density and size of colonizing woody species in southern Ethiopia**. *Forest Ecology and Management* 194 (1-3):

1-10.

http://www98.griffith.edu.au/dspace/bitstream/10072/12521/1/2006_Biodiversity.pdf [Consulta 10 de abril 2008]

LICOR., 2000. **Productos de Metrología** U.S.A.
http://www.licor.com/env/Products/AreaMeters/lai2000/2000_download.jsp. [Consulta 22 /11/2008].

LOZADA J. RAFAEL, [JOSÉ R. GUEVARA](#), [PILAR S.](#), Y [MANUEL COSTA](#). 2006, **Estructura y composición florística de comunidades secundarias en patios de Rolas abandonados, estación experimental Caparo, Barinas, U.L.A Mérida, Venezuela.** [Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América](#) ISSN 0378-1844, Vol. 31, N°. 11, pags. 828-835.

LUGO, LEONARDO S. *et al.* 2006. **Relación entre la Mortalidad y los Suelos en las Plantaciones de Pino Caribe del Oriente de Venezuela.** Págs. 57-83. Rev. For. Lat. N° 39.

LUNA, A. (1993). **Estudio sobre el crecimiento y edad de 20 especies forestales comerciales de los bosques naturales venezolanos.** Instituto Forestal Latinoamericano. Mérida, Venezuela. 127 pp.

<http://jornadasbosquesusb.eventos.usb.ve/relatoria.htm> [Consulta 22 de marzo 2008]

MAGURRAN, A. (1988). **Ecological diversity and its measurement.** Croom & Helm. Londres, RU. 179 pp.

MELI, P., 2003. **RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE BOSQUES TROPICALES. VEINTE AÑOS DE INVESTIGACIÓN ACADÉMICA,** Universidad Nacional Autónoma de México, programa de Maestría en Restauración Ecológica; México D.F., México.

MUÑOZ, F., ESPINOSA M. y CANCINO, J. 2007. **Efecto de poda y raleo en el área foliar de Eucalyptus nitens** Aceptado: Universidad de Córdoba, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes, España.

- Nepstad DC, Uhl C, Serrão EAS (1990) **Surmounting barriers to forest regeneration in abandoned, highly degraded pastures: a case study from Paragominas, Pará, Brazil.** En Andersoni AB (Ed) *Alternatives to deforestation: steps toward sustainable use of the Amazon rain forest*. Columbia University Press. Nueva York, EEUU. pp. 215-229
- Nepstad DC, Uhl C, Serrão EAS (1991) **Recuperation of a degraded Amazonian landscape: forest recovery and agricultural restoration.** *Ambio* 20: 248-255.
- OHEP C. NORMA, HERRERA. L., 1985. **Impacto De Las Plantaciones De Confieras Sobre La Vegetación Originaria Del Páramo de Mucubají.** U.L.A., Fac. Cs forestales, Mérida Venezuela.
- ORDÓÑEZ, MASERA. MJ, DIRZO, R. (1997). **Carbon emissions from Mexican forest: Current situation and long-term scenarios.** *Climatic Change* 35: 265-295.
- PERRY D. 1994. *Forest ecosystem*. Baltimore, USA. The Johns Hopkins University Press. 649 p.
- PÉREZ L. JUAN, 2006. **Primeras Jornadas sobre la Gestión de los Bosques de la Universidad Simón Bolívar en Sartenejas, Programa Saneamiento Ambiental USB. Incendios forestales y manejo integral de los bosques.**
- RICKLEFS R.E., 1998. **Invitación a la Ecología. La economía de la naturaleza.** Ed. Panamericano. España, 692 pp.
- RODRÍGUEZ R. 2002. **Effects of silvicultural regime on leaf, allometry, growth allocation and productivity in Pinus radiata** D. Don. Tesis de Doctorado en Ciencias Forestales. Concepción, Chile. Universidad de Concepción. 109 p.
- RZEDOWSKI J (1987) **Vegetación de México.** Limusa. México. 432 pp.
- [SAMLA, 1996. Sistema de apoyo metodológico para laboratorio de análisis de suelos y aguas. Direc. Prod. Agrícola, SAGP y A. de marzo 2008\]](#)

- SCHLICHTER T., J. R. LEÓN , A., SORIANO. 1980. **Utilización de índices de diversidad en la evaluación de pastizales naturales en el centro oeste del Chubut.** Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.
- SCHLICHTER T., V., RUSCH, J., CORLEY J., GYENGE. 2004. **Sustentabilidad ambiental de las plantaciones de coníferas introducidas en la región andino patagónica- agua, suelos, dinámica del fuego y plagas.** Investigación forestal al servicio de la producción II, Buenos Aires, 2: 94-99.
http://www.inia.es/qcontrec/pub/candan-broquen-pellegrini_1144396991265.pdf [Consulta 10 de abril 2008]
- SIEGAL, S. Y CASTELLAN, N. J. 1998. **Estadística No Paramétrica: Aplicadas a las Ciencias de la Conducta.** 4° edición. Editorial Trillas. México. Páginas 240-250.
- SILVANO, L. 2006. **Estudio de la cobertura de dosel con fotografía hemisférica,**
http://www.silvanoforestal.com/Files/Cobertura_dosel.PDF. [Consulta 17/06/2008]
- STEVE WINDHAGER, 1999. **Restauración Ecológica y Evolución** Ciencia Al día internacional N°2 Volumen 2.
- EIC, SL. 2008. **Equipos Instrumentación y Control. Sensor de registro para Temperatura y Hmedad relativa Marca HOBO PRO Ref. H08-032-08.**
<http://www.eiccontrol.com/productos/productos/productos%20onset/HOBO-031.htm> [Consulta 20 de abril 2008]
- VÁZQUEZ-Y, C. y A. OROZCO-S.1994. **Signals for seeds to sense and respond to gaps.** Pp. 209-235, in A. Caldwell, M. Marlyn & R.W. Pearcy (eds.): Exploitation of environmental heterogeneity by plants Academic Press, Londres.
- VÁZQUEZ-YANES, C. y H. SMITH. 1982. **Phytochrome control of seed germination in the tropical rain forest pioneer trees (*Cecropia***

***obtusifolia* and *Piper auritum*) and its ecological significance.**

New Phytologist 92: 477-485

VIANA VM, AAJ, TABANEZ. JL, BATISTA (1997). **Dynamics and Restoration of forest fragments in the Brazilian Atlantic Moist Forest.** En Laurence W, Bierregaard RO (Eds.) **Tropical Forest Remnants.** University of Chicago Press. EEUU. pp. 364.

VINCENT, L (1993). **Métodos cuantitativos de planificación silvicultural.** Consejo de Estudios de Postgrado. Universidad de Los Andes. Mérida Venezuela. 237 pp.

WHITMORE, T.C. 1989. **Canopy gaps and the two major groups of forest trees.** Ecology 70: 438-536.

WHITMORE TC (1993) **An introduction to tropical rain forests.** Oxford University Press. New York, EEUU. 226 pp.

WHITMORE TC (1997) **Tropical forest disturbance, disappearance, and species loss.** En Laurence WF, Bierregaard RO (Eds.) **Tropical forest remnants. Ecology, Management, and Conservation of fragmented communities.** The University of Chicago Press. EEUU. pp. 3-12.

WIENK C.L., HULL SIEG C., MCPHERSON G.R., 2004. **Evaluating the role of cutting treatments, fire and soil seed banks in an experimental framework in ponderosa pine forests of the Black Hills, South Dakota.** Forest Ecology and Management 192(2-3)375-393.

http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T6X4C0V75W3&_user=10&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&view=c&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=e6e389c1ab8fad95473ac80e02528db2 [Consulta 15 de abril 2008]

Uhl C (1988) Restoration of degraded lands in the Amazon Basin. En Wilson EO (Ed.) **Biodiversity.** National Academic Press. Washington DC, EEUU. pp. 326-332.

YOUNG D. CHOI & NOEL B. 1998. **Pavlovic Experimental Restoration of Native Vegetation in Indiana Dunes National Lakeshore.**

ZDRAVKO, BARUCH. 2006. **Primeras Jornadas sobre la Gestión de los Bosques de la Universidad Simón Bolívar en Sartenejas, Orígenes del bosque.** Clasificación de las comunidades existentes. Posibilidad de restauración ecológica.

<http://jornadasbosquesusb.eventos.usb.ve/relatoria.htm> [Consulta 22 /04/2008].

Tutiempo.net