



Centro Humboldt
Juntos por un Ambiente Sostenible

Caracterización de áreas de protección presentes en las plantaciones de MLR Forestal de Nicaragua S.A. en Siuna y Bonanza 2021.



Elaborado por:

Marcos A. Castillo

Equipo Técnico:

Alfredo Grijalva
Belinda Castillo

Índice

1. INTRODUCCIÓN	2
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo General:	3
2.2. Objetivo Específico:	3
3. METODOLOGIA	4
3.1. Área de estudio	4
3.2. Composición, estructura y diversidad vegetal.....	5
3.3. Caracterización de tipos de bosques y redes hídricas por modelamiento espacial y fotointerpretación	7
4. RESULTADO	9
4.1. Composición, estructura y diversidad vegetal.....	9
4.2. Caracterización de formaciones vegetales.....	13
4.3. Caracterización de red hídrica superficial.....	18
5. CONCLUSION	20
6. RECOMENDACIONES	21
7. BIBLIOGRAFÍA	25
8. Anexo	27
Anexo 1. Perfil de Vegetación para cada una de las Fincas Evaluadas	27

1. INTRODUCCIÓN

La empresa MLR Forestal de Nicaragua S.A es una empresa de Desarrollo Agroforestal, que establece y maneja plantaciones de Teca y Cacao con fines comerciales en los Municipios de Siuna y Bonanza en la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN) de Nicaragua, para lo cual adquiere áreas degradadas, generalmente convertidas en pastizales utilizados para la ganadería extensiva no tecnificada. Una vez que convierte estas áreas en plantaciones agroforestales, como parte del manejo y la responsabilidad ambiental, destina un porcentaje cercano al 30% que corresponde a 1453.87 ha destinado a la conservación.

En los primeros años, en estas áreas de conservación se favorecía la regeneración natural, logrando la recuperación de un amplio segmento, pero se encuentran sitios donde no alcanza este objetivo y que por la intensidad del manejo anterior requiere intervención para enriquecerla, pero para ello, es necesario tener claridad de la biodiversidad presente en estas áreas, para proyectar un manejo que permita mejorar dichos sitios si lo requiere.

Estas áreas, cumplen funciones esenciales en las dinámicas ambientales, principalmente la de mantener activo el ciclo hidrológico, fijar gases de efecto invernadero especialmente (CO₂), favorecer el desarrollo de pequeños micro climas en las fincas y reducir la pérdida de suelo por erosión producida por las escorrentías durante las épocas lluviosas, entre otros servicios ambientales.

De manera interna, estas áreas han sido seleccionadas por características generales como; reductos de bosque secundario intervenido, bosque ribereño, áreas con potenciales de regeneración natural, zonas de protección para la conservación, desarrollo de la flora y fauna silvestre y sitios marginales hasta ahora sin uso. Esta clasificación general, no permite tener claro un sistema de manejo con base a la biodiversidad existente.

Una caracterización adecuada permitirá la gestión oportuna y dirigida a desarrollar aquellas áreas que se identifiquen como altamente vulnerables y degradadas, estableciendo un sistema de manejo que favorezca la biodiversidad presente en estos sitios que son de alta relevancia para el grupo inversor.

El presente documento contiene los términos de referencia técnica, para ejecutar el proceso de caracterización y recomendaciones de manejo de las áreas destinadas a la protección presentes en las plantaciones agroforestales de Teca y Cacao que posee MLR en el Caribe Norte.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General:

Caracterizar las áreas de protección de MLR Forestal de Nicaragua S.A. presentes en las plantaciones de Teca y Cacao ubicadas en los municipios de Siuna y Bonanza en la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte, tomando como referencia los requisitos ambientales contenidos en la legislación nacional, los principios y criterios del Consejo de Manejo Forestal (FSC por sus siglas en inglés), documento de procedimiento interna denominado GBD PR02 y demás tratados internacionales de la materia.

2.2. Objetivo Específico:

Evaluar la composición, estructura y diversidad vegetal incluyendo un mapa de tipos de bosques de las áreas de protección de MLR Forestal de Nicaragua S.A. presentes en las plantaciones de Teca y Cacao en los municipios de Siuna y Bonanza.

Caracterizar por medio de imágenes satelitales la red de agua superficial dentro de las áreas de plantaciones forestales de Teca y Cacao incluyendo la localización de las áreas que no cumplen con los márgenes de protección de fuentes de agua según la ley 217.

Listar especies de plantas leñosas protegidas por el sistema de veda nacional y especies en riesgo según CITES y la UICN.

3. METODOLOGIA

3.1. Área de estudio

La presente investigación en formato de consultoría se realizó en las áreas de conservación dentro de las plantaciones forestales y agroforestales de Teca (*Tectona grandis*) y Cacao (*Theobroma cacao*) ubicadas en las fincas propiedad de MLR Forestal en el municipio de Siuna (Tabla 1).

Parcelas	Ubicación	
	WGS86 UTM +16	
	X	Y
P1_Matiz	735627	1521416
P2_Danli	728015	1512739
P3_Bethel	722550	1504546
P4_San Miguel	730652	1500743
P5_La Bu	727898	1500726
P6_Las Delicias	724929	1503131
P7_Mutiguas	728458	1505310
P8_Tadazna	734494	1501609
P9_Waylawas	736088	1509459
P10_Waspado	724164	1510319
P11_Waspado	726507	1510599
P12_Santa Fe	732061	1506760
P13_Alo	729794	1504218
P14_El Chingo	758093	1556366
P15_El Chingo	757677	1555881
P16__Buenos Aires	734318	1507718

Tabla 1. Ubicación de las unidades de muestras en las áreas de conservación de MLR Forestal

La unidad a evaluar son las parcelas que se establecieron dentro de las áreas de conservación más las imágenes satelitales de alta resolución para poder evaluar las unidades de red hídrica superficial y las formaciones el uso de suelo, el marco muestral fueron las 14 fincas en las que se realizó el levantamiento de datos en campo (Figura 1)

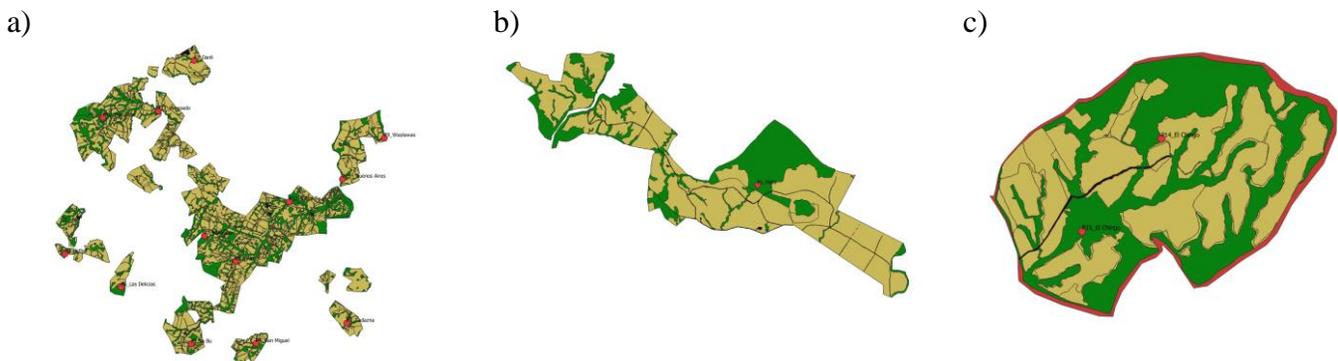


Figura 1. Ubicación de las parcelas; **a)** Danlí, Bethel, San Miguel, La Bu, Las Delicias, Mutiguas, Tadazna, Waylawas, Waspado (2), Santa Fe, Alo y Buenos Aires-Siuna; **b)** Matiz-Siuna; **c)** El Chingo (2)-Bonanza

3.2. Composición, estructura y diversidad vegetal

Se establecieron 16 parcelas permanentes de muestreo (PPM) de 50 x 20 metros equivalente a 0.1 ha en cada una de ellas se realizará un censo de la vegetación leñosa con DAP ≥ 10 cm. Cada parcela se seleccionó de manera aleatoria al azar, dentro de cada parcela se ubicaron 8 sub-parcelas de 10 x 12.5 metros (0.0125 ha) para tener un menor error de muestreo, se tomó de referencia 2 sub-parcelas para tomar datos de sotobosques, recolectando variables de abundancia, especie y georreferenciando los árboles de las especies protegidas por el sistema de veda nacional y especies en riesgo según CITES y la UICN, dispersos en PPM. Los diámetros medidos a 1.30 m con cinta diamétrica de fibra de vidrio de un milímetro de precisión y cinta métrica. Para el cálculo de DAP con cinta métrica se ocupó la ecuación de la circunferencia, donde:

$$C = DAP * \pi$$

Se midió la altura de los árboles (H_o) usando un clinómetro y cinta métrica, la cinta se utilizó para para medir la distancia horizontal (d) encontrada entre el observador y el fuste del árbol, luego se midió el ángulo a la base del árbol (ángulo β) y el ángulo a la parte más baja de la copa (ángulo α) (Calderón s.f., Prodan et al 1997). El cálculo de la H se hizo con la ecuación siguiente:

$$H_o = d(\tan\alpha + \tan\beta)$$

Donde:

H= altura total del árbol

d= distancia horizontal que existe entre la persona medidora de H de árboles y el fuste del árbol

$\tan\alpha$ = tangente de alfa

$\tan\beta$ = tangente de beta

La identificación se hizo con en apoyo con el Herbario de la Universidad Agraria y Msc. Alfredo Grijalva especialista adjunto al Missouri Botanical Garden de la Flora de Nicaragua.

Se construyó un modelo alométrico, que estimo valores de H_o a partir de los DAP de los árboles. Para la construcción del modelo, se tomaron sub-muestras de aproximadamente 30 árboles por parcela con un total de 320 sub-muestras, para estimar la altura de cada árbol evaluado. Se seleccionó cinco árboles dentro de las categorías diamétrica 5 .9.99, 10-19.9 cm, 20-29.9 cm, 30-39.9 cm, 40-49.9 cm, 50 a más y se medirá su DAP y altura. Para la construcción del modelo se implementó el modelo aditivo generalizado con distribución Gaussiana.

El modelo está dado por:

$$H_{ij} = f(DAP_j) + random\ effect(especie_i) + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

H_{ij} = j-ésimo valor de la altura de la i-ésima especie

$especie_i$ = efecto aleatorio de la i -ésima especie
 f = función del suavizado penalizado (spline penalizado).
 DAP_j = Diámetro altura al pecho del árbol
 ε = Término del error aleatorio $\sim Ni(0, \delta^2)$

El cálculo de las variables cuantitativas por individuo se utilizaron las variables de Área basal (g) y Volumen total (V), calculadas mediante las siguientes relaciones:

$$\begin{aligned} \text{Área basal (m}^2\text{):} & \quad g = \frac{\pi}{4} * D^2 \\ \text{Volumen total (m}^3\text{):} & \quad V = g * ho * ff \end{aligned}$$

Donde:

V = volumen (m^3), g = área basal (m^2),
 ho = altura total (m),
 ff = factor de forma.

El factor de forma para este trabajo es una constante para latifoliados ($ff= 0.45$). El factor forma, es diferente para cada diámetro y especie, teniendo valores entre 0,40 y 0,60; por esta razón se tomará como factor forma 0,50 para representar todos los valores. Los parámetros de clases diamétricas y altimétricas se determinaron a través de la Altura total, Área basal y Volumen total para Familia y especies determinadas en el área de estudio.

Para la estimación de la biomasa aérea se ocupó la ecuación propuesta por Brown. (1997):

$$M = (34.47 - 8.239 + 1.0671D + 0.6589D^2)$$

D = Diámetro altura al pecho

Se obtuvo la riqueza y la diversidad con el índice de Shannon-Wiener para estimar la diversidad en cada unidad biofísica. Se registraron las siguientes variables biológicas: densidad, cobertura y área basal de cada una de las especies. Se calculó el índice de valor de importancia (IVI) con la siguiente fórmula:

$$IVI = DRi + FRi + CRi [1]$$

Donde DRi , FRi y CRi

representan la densidad relativa, frecuencia relativa y la cobertura relativa de las especies arbóreas y del sotobosque i , respectivamente, para entender el papel de las especies características.

Para la identificación de tipos de bosque se empleó el análisis clúster y se utilizó la distancia de Bray-Curtis con el método de Ward (Díaz, 2017), al cual se le realizó un análisis de similitud (ANOSIM), considerando las correcciones de SidakkSS en los valores de p , para buscar diferencias estadísticas

entre los tipos de bosque que se identificaron a partir del análisis clúster, al ANOSIM se corrieron 999 permutaciones (Oksanen et al., 2013). Para la selección de un número óptimo de clústers se acudió a la información gráfica de los dendrogramas con las opciones de varias conformaciones de grupos de bosques. Se utilizó el criterio de “indicator species analysis” (McCune y Grace, 2002) con diferente número de grupos como apoyo para la conformación de tipos de bosques, el cual se utilizó datos de agrupamientos generados por el análisis clúster; con el nombre de las especies indicadoras se llegó a nombrar los bosques. También se hizo un análisis de ordenación con escalamientos no métrico (nonmetric multidimensional scaling-NMDS) y su opción autopiloto, este es un método efectivo de ordenación mediante un análisis de correspondencia de especies/sitio (McCune y Grace, 2002), la medida de distancia utilizada para este análisis fue el coeficiente de Bray-Curtis.

3.3. Caracterización de tipos de bosques y redes hídricas por modelamiento espacial y fotointerpretación

El proceso general comprende el preprocesamiento de imágenes, la eliminación de nubes de los mosaicos de imágenes, la clasificación de las imágenes en categorías de uso/cobertura. El conjunto de imágenes que se utilizara para la elaboración del mapa de cobertura y tipo de bosques del satélite RapidEye. El sensor tiene una resolución espacial de 5 metros, una resolución espectral de 5 bandas alineadas entre un rango entre 440 y 850 nm y una profundidad del pixel de 16 bits. Este sensor tiene la particularidad de poseer una banda espectral en el denominado borde rojo (red edge) lo que permite eventualmente realizar una mejor discriminación de la vitalidad y estado fenológico de la vegetación (RapidEye, 2018).

El preprocesamiento de las imágenes consiste en la aplicación de un conjunto de herramientas que permiten minimizar los errores inherentes a la toma de las escenas. Dentro del conjunto de procedimientos realizados en esta etapa se encuentran:

- Ortorrectificación, el cual implica una corrección geométrica de las escenas.
- Corrección radiométrica, que consiste en convertir los valores originalmente capturados por el sensor en valores absolutos de energía.
- Corregistro de bandas, que permite registrar en la misma posición geográfica cada una de las bandas capturadas por el sensor.
- Corrección atmosférica, que deriva en la eliminación de vapor de agua, niebla, aerosoles, y dependiendo de caso, nubes y sombras de las imágenes.

Para realizar el estudio de las redes hídricas superficiales se efectuó un Modelo de Elevación Digital (DEM) ASTER obteniendo del modelo parámetros de elevación, sombreado, delimitación de las cuencas y redes hídricas superficiales por medio de herramientas de geo-procesos del programa QGIS con la extensión GRASS, estos datos generados se comprobó con el álbum oficial de cuencas hidrográficas del INETER y se realizara un trabajo de campo para verificar divisorias de agua y mediciones con GPS marcando las coordenadas geográficas y los metros sobre el nivel del mar.

Horton (1932, 1945) introdujo un concepto de clasificación de arroyos que permite asignar valores enteros a arroyos en redes hidrológicas que determinan su importancia relativa en una jerarquía de tributarios mayores y menores. Una versión mejorada de este concepto fue introducida más tarde por Strahler (1957). El complemento SAGA de QGIS, calcula una clasificación de arroyos aplicando el esquema jerárquico de Horton y Strahler (HS). La red está integrada por un cauce principal y una serie de tributarios cuyas ramificaciones se extienden desde las partes más altas hacia las partes más bajas donde convergen los escurrimientos (Sanjuame y Villanueva, 1996; Llamas, 1989; Black, 1996). Cuando un tributario se localiza en las partes superiores de la cuenca y no recibe aporte de otro canal, por pequeño que sea, se considera de primer orden; cuando un canal recibe aportes de dos tributarios de orden uno en cualquier parte del canal, se clasifica como de segundo orden, y así sucesivamente, como se muestra en la Figura

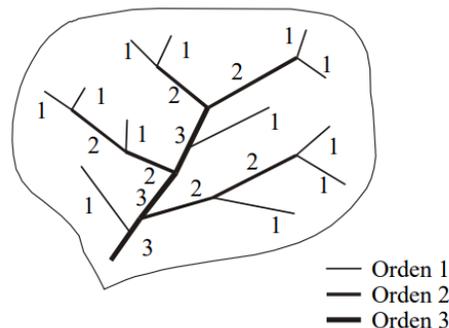


Figura 2. Clasificación de arroyos o quebradas con el esquema de Horton y Strahler.

En la clasificación HS no existe ningún parámetro que defina el orden de una cuenca, por lo que el orden máximo del cauce principal definirá el orden de la cuenca. además de aplicar el modelo HS, calcula una serie de parámetros hidrológicos que nos permiten caracterizar las cuencas. Entre estos parámetros está la densidad del drenaje, la longitud, orden del afluente (clase jerárquica), el rango de alturas y el número total de afluentes, que permiten generar representaciones gráficas.

4. RESULTADO

4.1. Composición, estructura y diversidad vegetal

En total se registraron 505 individuos, agrupados en 25 familias botánicas con un total de 99 especies de los cuales, 17 especies quedaron a nivel de género (17 %) y 12 corresponden a especies (11.8 %). que quedaron como indeterminadas a falta de información ya que las colectas eran muestras infértiles (sin flor ni fruto).

La familia Fabaceae con 10 géneros, 10 especies en su segundo nivel de importancia fueron la familia Malvaceae con 6 géneros y por último la familia Anacardiaceae y Meliaceae con 5 géneros ambas familias. Los bosques tropicales son consistentes en su composición florística, siendo Fabaceae la familia dominante en cuanto a número de especies, y encontrándose comúnmente especies de las familias Euphorbiaceae, Capparaceae, Salicaceae, Rubiaceae y Sapindaceae (Gentry 1995) cuando están en procesos de regeneración natural de bosques intervenidos a bosques secundarios naturales. Los géneros con mayor riqueza fueron *Inga* con seis especies. El siguiente género con riqueza de individuos fue *Miconia* sp con cuatro especies.

Además, la familia Brunelliaceae con solo género. Este con un solo individuo *Brunellia* sp. en Danlí (parcela 2), una especie Rara, que se encuentra en bosques de nebliselvas, en la zona norcentral (Flora de Nicaragua, 2021), por otro lado, otra especie de mayor importancia económica, pero con pocas repeticiones dentro de las parcelas es la especie de *Cedrela odorata* perteneciente a la familia Meliaceae, reportándose varios individuos en varias parcelas, pero mayormente Tadzana (parcela 8).

Además, los sitios como El Chingo ubicado en Bonanza, Waspado y Waylawas ubicado en Siuna son sitios con mayores números de individuos, diámetros y mayor área basal. Por otra parte, Buenos Aires y Bethel poseen menos individuos de pequeños diámetros y un área basal promedio mucho menor que en los demás sitios (Tabla 2).



Figura 3. Marcaje y ubicación de las parcelas y los individuos a los cuales se les toma la variable de DAP, Altura y colecta de muestras para la identificación taxonómica.

Sitio	Ind ha ⁻¹	D ha ⁻¹	G ha ⁻¹	BA ha ⁻¹
Alo	200	48.29	12.68	53.08
Bethel	130	34.47	9.56	34.55
Buenos Aires	140	19.48	2.26	36.95
Danlí	330	83.72	34.45	87.74
El Chingo	970	225.12	79.31	257.51
La Bu	190	33.94	5.80	50.25
Las Delicias	340	103.43	39.75	90.62
Matiz	320	91.15	45.74	85.30
Mutiguas	380	60.59	8.58	100.40
San Miguel	460	96.06	19.13	121.85
Santa Fe	290	45.44	7.19	76.62
Tadazna	300	73.46	17.61	79.62
Waspado	630	168.20	47.06	167.44
Waylawas	370	105.75	48.62	98.59
Total	5050	1189.10	377.71	1340.52
Promedio	361 ± 219	85 ± 56	27 ± 23	95.75 ± 58.14

Tabla 2. Promedio y desviación estándar del diámetro en centímetros (D ha⁻¹) medido en cm, número de árboles por hectárea (Ind ha⁻¹), área basal (G ha⁻¹) medido en m² y Biomasa Área (BA ha⁻¹) medido en gramos, por sitio ubicados en Siuna y Bonaza

Otra forma de poder analizar la estructura de los bosques y conocer su dinámica es por medio de las curvas de distribución diamétrica de los individuos encontrados. En general, los árboles encontrados en todos los sitios si sobrepasan los 40 cm de diámetro y la estructura horizontal expresada por la distribución diamétrica se asemeja a una “J” invertida, con mayor número de individuos en las clases menores y a medida que aumenta el diámetro, disminuye paulatinamente el número de individuos, en este caso se ve una ligero aumento en la clases de más de 40 cm lo que demuestra que en las áreas de conservación se mantienen arboles de grandes DAP que es resultado de las medidas de protección que hay en las áreas. (Figura 4).

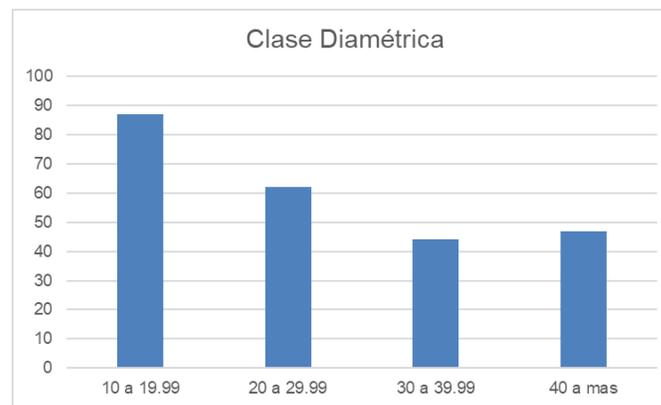
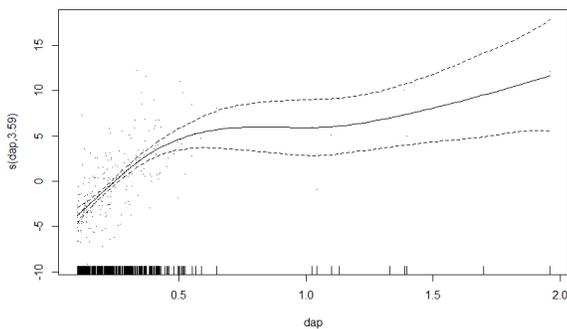


Figura 4. Distribución por clase Diamétrica del número de individuos por hectárea (N/ha) en cada uno de los 16 sitios muestreados entre Siuna y Bonanza.

Para la toma de las muestras de las altura de los rangos se tomaron muestras de 5 individuos para cada clase diamétrica para la toma de la alturas y teniendo esta información se corrió el modelo para la predicción de las demás alturas de los árboles que no se tomaron los datos, del cual la variable explicativa del modelo obtenido explica el 69.8% del total acumulado de los valores blancos el cual es un porcentaje de buena referencia para hacer las predicciones de la variable altimétrica (Figura 5)(Vease perfiles de vegetación Anexo 1).

a)



b)



Figura 5. a) Modelo de aditivo generalizado de distribución gausseano para la predicción de las variables altimétricas en las parcelas establecida en las áreas de conservación de MLR Forestal; b) Perfil de vegetación de la Finca El Chingo.

La distribución es variables métricas de las áreas muestrales tanto individuos, como dap y área basal nos dan indicios de los estados de conservación de estas áreas con respecto a la superficie de plantas que ellos ocupan para este caso los valores de las parcelas ubicadas en la finca El Chingo en bonanza tienen alto valores de individuos y de área basal cubiertas lo cual nos dice que estas áreas muestreadas los márgenes de densidades poblacionales son altos pero a diferencia Mutiguas, buenos aires y Santa fe si necesitan un plan de manejo para la restauración de estas áreas ya que tienen rangos para números de individuos de 19 ind ha^{-1} con áreas basales de 2.26 G ha^{-1} que son valores muy bajos para estatus de conservación en la zona caribe del país. (Figura 6).

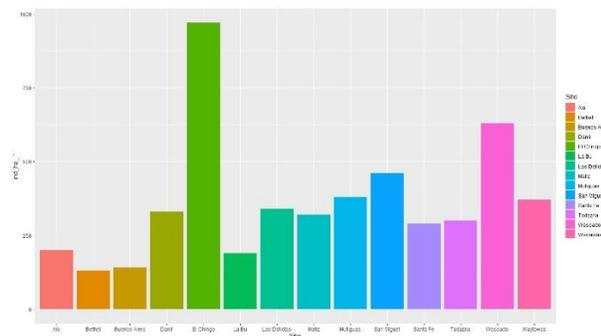
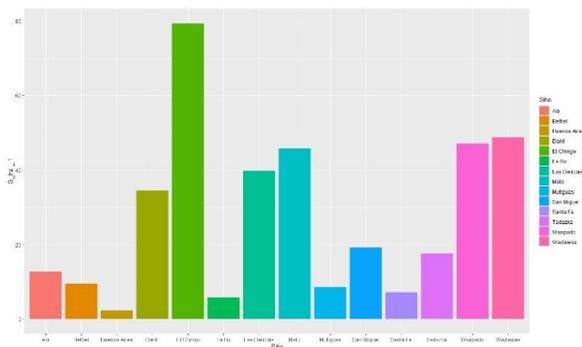


Figura 6. Distribución por clase diamétrica del número de individuos por hectárea (N/ha) en cada uno de los 16 sitios muestreados entre Siuna y Bonanza

De acuerdo con Uribe (1984) esta distribución es el que existe en ecosistemas que presentan varios estados de sucesión. Relativamente unas características de los bosques en regeneración Según Lamprecht (1962), la distribución de “J” “invertida constituye la mejor garantía para la sobrevivencia de una comunidad vegetativa, ya los individuos de mayores dimensiones tienden a ser eliminados ocasionalmente o sustituidos por individuos de clases diamétricas inferiores.

Los individuos de algunas especies estuvieron presentes en los estratos pero que estaban restringidos a sotobosque (regeneración) que ocasionalmente pueden alcanzar el dosel como *Trema micrantha*, *Spondias mombis*, *Bursera simaruba*, *Luehea seemani*, *Cedrela odorata*, *Attalea rostrata*, *Croton schiedeanus* con diámetros que varían entre 10 a 44.4 cm. De dosel.

La variable de volumen de los 16 sitios de muestreo con base de volumetría con ponderados de *Ficus sp* (11.2%), *Lueha seemanii* (7.2%), *Cedrela odorata* (6%), *Cochlospermum vitifolium* (3.3%), *Trema Micrantha* (3.3%), *Spondias mombis* (3%) son las más representativas con 34% del total (Tabla 3).

Especie	AR	FR	DR	IVI
<i>Ficus sp</i>	3.168	3.349	27.079	11.20%
<i>Luehea seemani</i>	6.931	5.263	9.509	7.23%
<i>Cedrela odorata</i>	4.950	3.828	9.452	6.08%
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	5.941	2.871	1.296	3.37%
<i>Trema micrantha</i>	4.356	3.828	1.815	3.33%
<i>Spondias mombis</i>	4.356	2.871	2.031	3.09%
<i>Miconia argentea</i>	4.950	1.914	1.862	2.91%
<i>Attalea rostrata</i>	1.782	3.349	3.341	2.82%
<i>Castilla elastica</i>	3.564	1.435	3.241	2.75%
<i>Morinda panamensis</i>	3.366	2.392	1.684	2.48%
<i>Dendropanax arboreus</i>	2.574	3.349	0.856	2.26%
<i>Mosquitoxylum jamaicensis</i>	0.198	0.478	6.009	2.23%
<i>Bursera simaruba</i>	2.178	2.871	0.985	2.01%
<i>Cecropia peltata</i>	3.168	1.914	0.784	1.96%
<i>Tabebuia rosea</i>	2.178	1.435	1.830	1.81%

Tabla 3. Valor de Índice de Importancia (IVI) con ponderados de especies botánicas de mayor incidencia de los 16 sitios muestreados entre Siuna y Bonanza 2021.

Para la diversidad Se determinó el homogeneidad de la matriz de sitio/abundancia con el test de Bartlett determinando que hay diferencias entre los sitios. Para cada índice calculado con el test de bondad de Kolmogorov-Smirnov se encontraron diferencias significativas ($p < 0.001$) demostrando que los valores dados por cada índice son estadísticamente significativos con los sitios de muestreos y la abundancia de especies en cada uno de ellos.

El índice de Shannon-Wiener presentaron diferencias entre los sitios de muestreos; según Shannon-Wiener que los sitios de El chingo ubicado en Bonanza y Waspado ubicado en Siuna son los más diversos en comparación con las demás áreas evaluadas. Siendo ubicados cerca de arroyos y en los bosques en regeneración, estas zonas muy poco visitadas por su accidentada morfología y su difícil acceso. Por otro lado los sitios menos diversos fueron Buenos Aires y Bethel ambos ubicados en Siuna (Figura 7).

El índice de dominancia resultó que un 0.74 para Buenos Aires además de contar con apenas 4 especies en total. La especie de *Theobroma cacao* siendo la más repetitiva y el sitio Bethel que cuenta con apenas 6 especies siendo la especie de *Castilla elástica* la representativa en estos dos sitios que mostraron dominancia, además esto hizo que excediera el parámetro establecido ya que a mayor sea la incidencia de una especie y mayor sea el número de sus individuos se vuelve mayor la especificidad sobre esta siendo la especie más adaptada a este tipo de ecosistema.

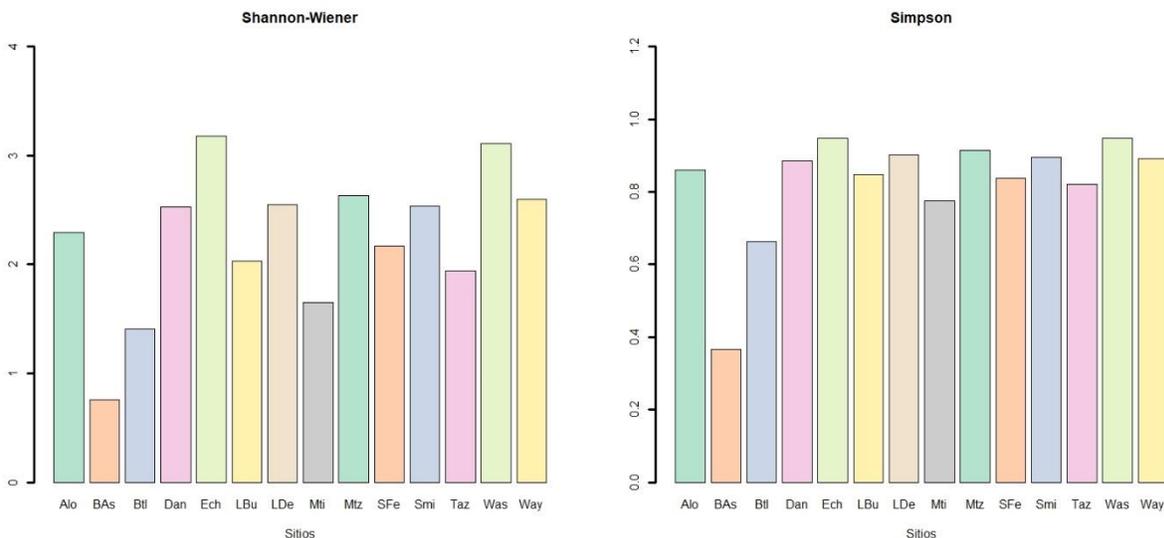


Figura 7. Comparación de índices de diversidad entre los 16 sitios muestreados de 0.25 ha ubicados en Siuna y Bonanza

4.2. Caracterización de formaciones vegetales

Para la caracterización de las formaciones vegetales de las de las zonas se hizo de dos formas complementarias que nos ayudaran a entender de forma más explícita el funcionamiento de estas áreas la primera en base a imágenes satelitales y la cartografía oficial emitida por el INETER en 2015, dentro de esta caracterización hay una particularidad es que el año pasado sucedieron eventos naturales de huracanes que no pueden ser controlados y que las formaciones en su gran medida cambiaron drásticamente lo cual ocasiona un poco de ruido dentro de la fotointerpretación. La segunda es en base a los datos colectados dentro de las parcelas que a partir de las variables de abundancia y ocurrencia en los sitios se pueden determinar formaciones dentro de las mismas, lo cual lo ideal sería introducir a los algoritmos

de clasificación clúster las variables ambientales, pero por efectos de tiempo y disponibilidad logística se hizo la evaluación solo tomando en cuenta la matriz de abundancia.

Para la interpretación se tomó en cuenta tres formaciones como tal áreas forestales, bosque latifoliado denso y bosque latifoliado ralo. Si bien es importante aclarar que muchas veces los errores de fotointerpretación no son nulos y por esos es importante equipararlo con relaciones estadísticas con variables de campo (Figura 8).

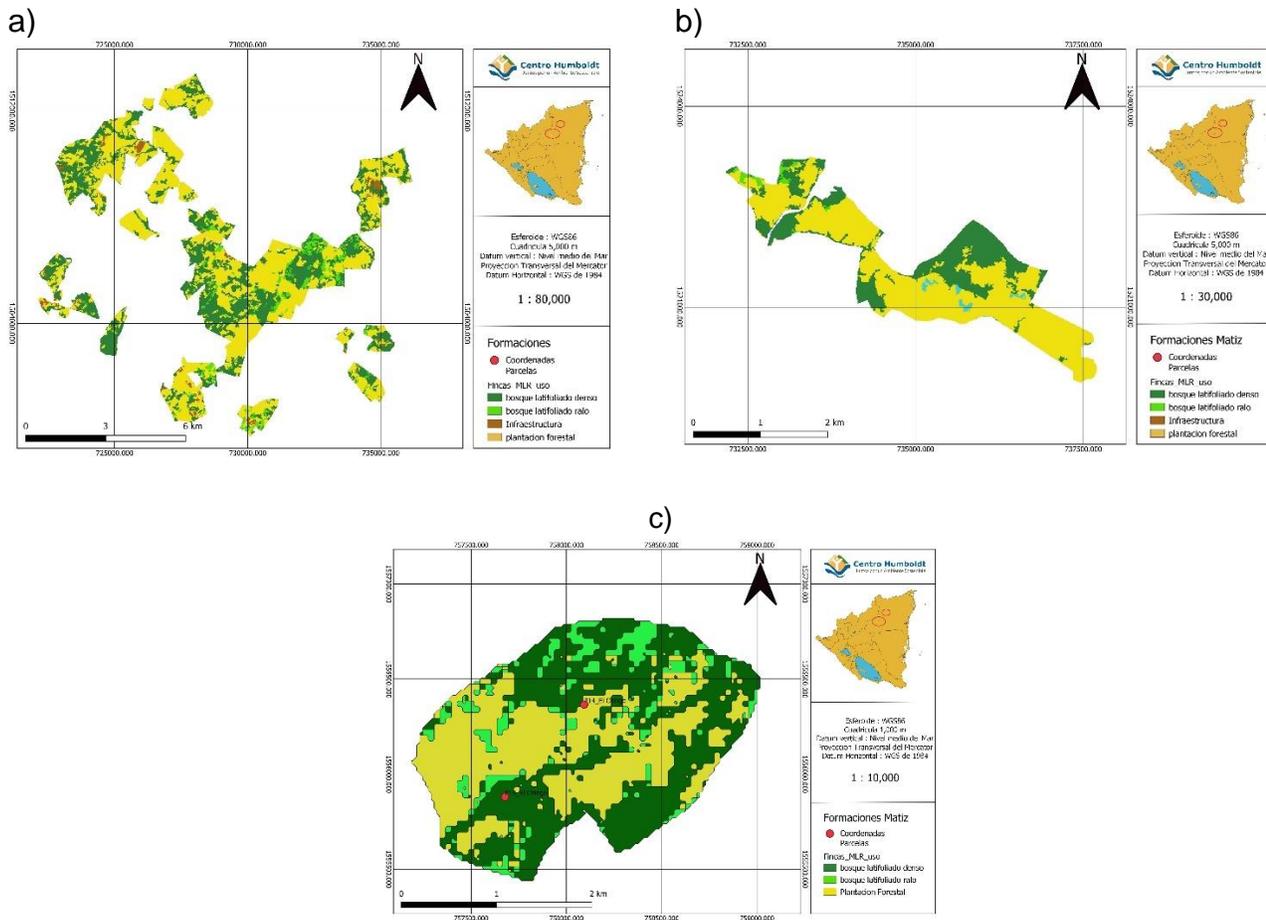


Figura 8. Mapa de formación de las áreas de MLR Forestal

De estas tres formaciones la área más abundante es la de Siuna que equivale a las 13 fincas muestreadas más del 80% del trabajo realizado en campo donde todas las formaciones están cerca de cuerpos de aguas, donde para el área de Siuna hay un total de 4910 ha divididas en 250 ha (5.09%) bosque ralo, 1138 ha (23.18%) bosque denso y 3523 ha (71.73%) plantaciones forestales y para bonanza donde solo se evaluó una finca con una extensión total de 152 ha donde 7 ha son de bosque latifoliado ralo (4.61%), bosque latifoliado denso con 59 ha (38.82%) y 86 ha para plantaciones forestales (56.57%) (Tabla 4), es importante mencionar que dentro de estas áreas de plantaciones forestales también se cuentan con sistemas agroforestales de teca y cacao (Tabla 5).

Sitios	Formación	Ha	%
Siuna	Bosque Latifoliado ralo	250	5.09%
	Bosque Latifoliado denso	1138	23.18%
	Forestal	3523	71.73%
Total		4910	100%
Bonanza	Bosque Latifoliado ralo	7	4.61%
	Bosque Latifoliado denso	59	38.82%
	Forestal	86	56.57%
Total		152	100%

Tabla 4. Distribución de los valores de las coberturas en las áreas de Siuna y Bonanza de MLR Forestal.

Fincas	%cobertura forestal	%bosqueralo	%bosquedenso
Aló	6.95	0.41	1.91
Bethel	3.72	0.23	1.08
Buenos Aires	1.93	0.06	0.27
Danlí	4.69	0.09	0.40
La Bu	3.15	0.13	0.60
Las Delicias	1.58	0.12	0.56
Matiz	9.23	0.51	2.37
Miranda	2.59	0.06	0.30
Mutiguas	20.98	1.04	4.82
San Miguel	2.35	0.12	0.55
Santa Fé	7.24	0.66	3.04
Tadazna	5.13	0.13	0.58
Waspado	22.24	1.01	4.67
Waylawas	5.84	0.21	0.98
El Chingo	2.39	0.23	1.05

Tabla 5. Distribución de los porcentajes de cobertura para cada una de las fincas evaluadas de Siuna y Bonanza de MLR Forestal.

El análisis de clúster con método Ward mostro la existencia de dos tipos de formaciones vegetales que se identificó Bosque Ripario y la segunda formación Bosque de regeneración (Figura 9). Encontrándose similitudes entre sitios por la diversidad de especies siendo 7 especies en común en los 16 sitios de muestreos.

Según Clusters se agrupo en 2 formaciones, la primera agrupación es semejantes porque tienen presencias de 18 especies de las cuales son representativas, *Attalea rostrata*, *Bursera simaruba*, *Conostegia xalapensis*, *Dendropanax arboreus*, resultando con 17.82% de similitud, la segunda formación vegetal o de Renegación son semejante porque tienen presencia de 13 especies de las cuales son representativas *Carapa guianensis*, *Cecropia peltata*, *Cedrela odorata*, *Cochlospermum vitifolium*, resultando así con 12.8% de similitud. (Figura 9)

Las especies heliófilas que se encontraron en todas las áreas de muestreo y además presentaron un alto número de individuos por especie estas son *Cecropia peltata*, *Myriocarpa sp*, *Castilla elástica*,

Miconia argentea, estas son especies pioneras en zonas donde la vegetación arborescente. Así mismo una vez hecha la evaluación estructural de las áreas de conservación también se agrego una tabla con el estatus (Veda nacional, UICN y CITES) para cada una de las especies encontradas en las áreas muestrales (Tabla 5).

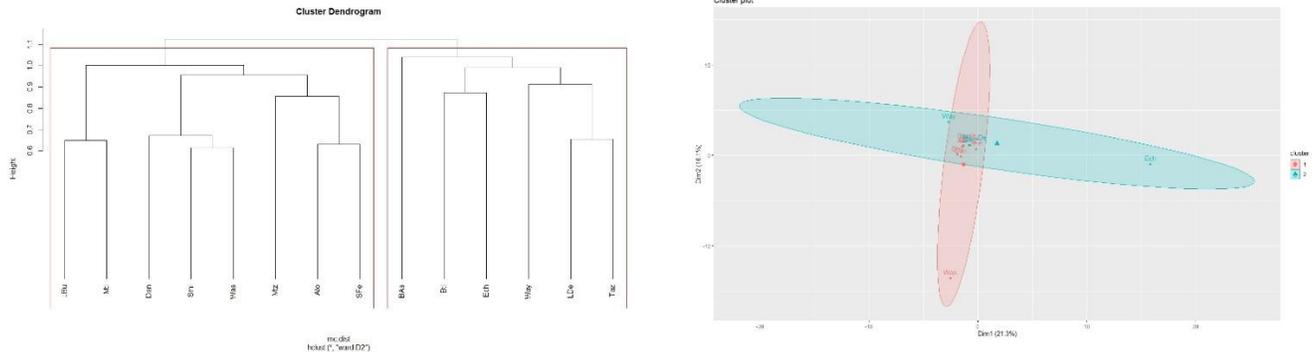


Figura 9. Clúster Ward muestra la posición de los sitios con relación a la presencia de las especies en los 16 sitios muestreados.

Nombre científico	Familia	Categoría de conservación		
		Veda nacional	UICN	CITES
<i>Albizia andinocephala</i>	Fabaceae		LC	
<i>Anacardium excelsum</i>	Anacardiaceae		LC	
<i>Aralia sp</i>	Araliaceae		NE	
<i>Astronium graveolens</i>	Anacardiaceae		NE	
<i>Attalea rostrata</i>	Arecaceae		LC	
<i>Brosimum alicastrum</i>	Moraceae		NE	
<i>Brosimum latescens</i>	Moraceae		LC	
<i>Brosimum sp</i>	Moraceae		NE	
<i>Brunellia sp</i>	Moraceae		NE	
<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae		LC	
<i>Calycophyllum candidissimum</i>	Rubiaceae		LC	
<i>Carapa guianensis</i>	Meliaceae		LC	
<i>Casearia aculeata</i>	Salicaceae		LC	
<i>Castilla elastica</i>	Moraceae		LC	
<i>Cecropia obtusifolia</i>	Urticaceae		LC	
<i>Cecropia peltata</i>	Urticaceae		LC	
<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	X	VU	II
<i>Ceiba pentandra</i>	Malvaceae	X	LC	
<i>Cespedesia macrophylla</i>	Ochnaceae		NE	
<i>Cespedesia spathulata</i>	Ochnaceae		LC	
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	Lauraceae		LC	
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Bixaceae		LC	
<i>Conostegia xalapensis</i>	Melastomataceae		LC	
<i>Cordia alliadora</i>	Lauraceae		LC	

Nombre científico	Familia	Categoría de conservación		
		Veda nacional	UICN	CITES
<i>Cordia collococca</i>	Lauraceae		LC	
<i>Cordia sp</i>	Lauraceae		NE	
<i>Cassipourea elliptica</i>	Rhizophoraceae		NE	
<i>Croton schiedeanus</i>	Euphorbiaceae		LC	
<i>Croton sp</i>	Euphorbiaceae		NE	
<i>Cupania sp</i>	Sapindaceae		NE	
<i>Dendropanax arboreus</i>	Araliaceae		NE	
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Fabaceae		LC	
<i>Erythrina fusca</i>	Fabaceae		LC	
<i>Ficus insipida</i>	Moraceae		LC	
<i>Ficus sp</i>	Moraceae		NE	
<i>Garcinia intermedia</i>	Clusaceae		LC	
<i>Genipa americana</i>	Rubiaceae		LC	
<i>Guarea grandifolia</i>	Meliaceae		NE	
<i>Guarea kunthiana</i>	Meliaceae		LC	
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae		LC	
<i>Guettarda sp</i>	Rubiaceae		NE	
<i>Handroanthus guayacan</i>	Bignoniaceae		LC	
<i>Hirtella guatemalensis</i>	Chrysobalanaceae		LC	
<i>Inga oerstediana</i>	Fabaceae		LC	
<i>Inga sapindoides</i>	Fabaceae		LC	
<i>Inga sp</i>	Fabaceae		NE	
<i>Inga thibaudiana</i>	Fabaceae		LC	
<i>Inga vera</i>	Fabaceae		LC	
<i>Lonchocarpus parviflorus</i>	Fabaceae		LC	
<i>Lonchocarpus sp</i>	Fabaceae		NE	
<i>Luehea seemannii</i>	Malvaceae		LC	
<i>Lunania parviflora</i>	Salicaceae		LC	
<i>Maranthes panamensis</i>	Chrysobalanaceae		LC	
<i>Miconia argentea</i>	Melastomataceae		LC	
<i>Miconia hondurensis</i>	Melastomataceae		LC	
<i>Miconia impetioralis</i>	Melastomataceae		LC	
<i>Miconia sp</i>	Melastomataceae		NE	
<i>Morinda panamensis</i>	Rubiaceae		LC	
<i>Mosquitoxylum jamaicensis</i>	Anacardiaceae		LC	
<i>Myriocarpa sp</i>	Urticaceae		NE	
<i>Myrospermum frutescens</i>	Fabaceae		LC	
<i>Ochroma pyramidale</i>	Malvaceae		LC	
<i>Ocotea sp</i>	Lauraceae		NE	
<i>Pentaclethra macroloba</i>	Fabaceae		LC	
<i>Phyllanthus acuminatus</i>	Phyllanthaceae		NE	
<i>Phyllanthus sp</i>	Phyllanthaceae		NE	
<i>Piscidia grandifolia</i>	Fabaceae		LC	
<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	Fabaceae		LC	

Nombre científico	Familia	Categoría de conservación		
		Veda nacional	UICN	CITES
<i>Posoqueria latifolia</i>	Rubiaceae		LC	
<i>Protium confusum</i>	Burseraceae		LC	
<i>Protium sp</i>	Burseraceae		NE	
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae		LC	
<i>Pterocarpus officinalis</i>	Fabaceae		NT	
<i>Saurauia homotricha</i>	Actinidiaceae		LC	
<i>Schefflera morototoni</i>	Araliaceae		LC	
<i>Spondias mombis</i>	Anacardiaceae		LC	
<i>Spondias radlkoferi</i>	Anacardiaceae		LC	
<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae		LC	
<i>Theobroma cacao</i>	Malvaceae		LC	
<i>Trema micrantha</i>	Cannabaceae		LC	
<i>Trichilia pallida</i>	Meliaceae		LC	
<i>Trichospermum grewiifolium</i>	Malvaceae		NE	
<i>Trophis sp</i>	Moraceae		NE	
<i>Urera sp</i>	Urticaceae		NE	
<i>Zanthoxylum sp</i>	Rutaceae		NE	
<i>Zanthoxylum tetramerum</i>	Rutaceae		NE	
<i>Zuelania guidonea</i>	Salicaceae		NE	

Tabla 5. Categoría de CITES, UICN y Veda nacional para cada una de las especies encontradas identificadas en las áreas de conservación de MLR.

4.3. Caracterización de red hídrica superficial

Se hizo un análisis independiente con la herramienta de SAGA, obteniendo diversos índices hidrológicos, el orden de Horton-Strahler y estadísticas en la jerarquización de los afluentes. En la Figura se muestran la delimitación de las áreas posible de las subcuencas donde están las áreas de trabajo de la empresa MLR Forestal con la clasificación de arroyos para cada orden Horton-Strahler (OHS), desde el primer orden que es el más abundante, hasta el sexto nivel para las cuencas compartidas en Siuna y al cuarto nivel para la cuenca de Bonanza (Figura 10). El patrón de drenaje de una cuenca, está relacionado con la distribución de frecuencias por OHS que, a su vez, depende de la litología y edad de la cuenca. El patrón hidrológico asociado a cuencas con una alta densidad de afluentes de bajo orden, es dendrítico, está asociado a una litología uniforme, como la de depósitos sedimentarios o de rocas volcánicas con baja o nula pendiente.

a)

b)

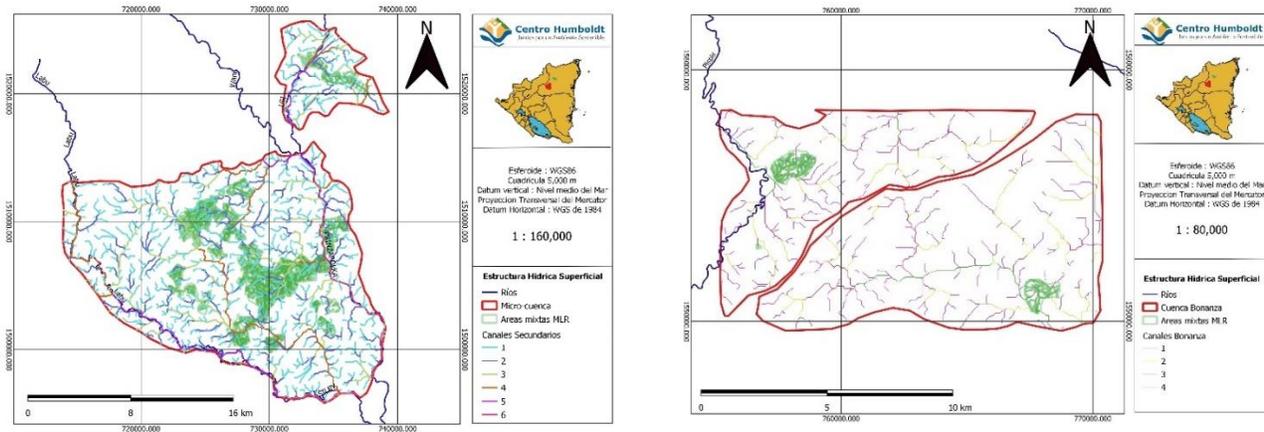


Figura 10. Mapas de caracterización de red hídrica superficial por medio de la metodología Strahler en las áreas de trabajo de Siuna y Bonanza de MLR Forestal.

Para esta clasificación por la característica morfológica del país, con ausencias de alturas de considerable elevación, es muy complicado el poder hacer una clasificación de las cuencas dentro de la planicie caribeña ya que las pocas formaciones de elevación oscilan entre los 100 y 800 en los picos más altos se retoma la clasificación oficial nacional en base a la categoría Pfafstetter (INETER, 2014) para el nivel 6.

En el Nivel 6 La cuenca hidrográfica de la RACCN presenta una subdivisión en 68 unidades hidrográficas. En este Nivel se empleó la delimitación especial de Sistema lagunar en la costa del Mar Caribe. Esta región presenta un desnivel de elevación menor a 10 metros desde la costa hasta unos 50 Kilómetros hacia el continente y es un área de confluencia entre el Medio Continental y el Medio Litoral. Estas áreas en su mayoría presentan un medio tipo “Humedal”, donde según esta clasificación las áreas de trabajo de la empresa en Siuna están comparte las cuencas del Rio Prinzapolka, como se conocía en la caracterización de cuencas nacional anterior a esta, con las cuencas N6 9517-740 (572 km), N6 9517-734 (394 km) y N6 9517-725 (735 km). Para El Chingo en Bonanza está en la clasificación para la cuenca del Rio Coco en la cuenca N6 9516-1063 (573 km) (Tabla 6).

Cuenca	Orden	No quebradas	Longitud Km2	Ponderado porcentual
C_RACCN_N6_9517-740,734,725 (SIUNA)	1	838	406.64	49.11%
	2	756	196.72	23.76%
	3	609	101.20	12.22%
	4	580	62.73	7.58%
	5	350	30.45	3.68%
	6	438	30.35	3.66%
Total		3571	828.09	100.00%
C_RC_N6_9516-1063 (BONANZA)	1	222	113.32	53.15%
	2	196	54.76	25.68%
	3	177	29.05	13.63%
	4	168	16.06	7.53%
Total		763	213.19	100.00%

Tabla 6. Resumen de los datos de los órdenes, números de quebradas y longitudes obtenidos del método de Strahler.

Donde se pudieron caracterizar por el método Strahler para las cuencas donde están ubicadas las fincas en Siuna un total de 3,571 arroyos o quebradas con un total de 828.09 km² de los cuales los cauces de primer orden o de orden menor son los que tienen mayor presencia en la zona con 49.11% que esto nos afirma lo expuesto antes que la llanura caribeña como cuenta con alturas muy bajas esta tiende a tener una red superficial hídrica abundantes en formaciones pequeñas ya que los cauces principales son de poca inclinación de pendiente lo que hace que la red tienda a ramificarse con mayor abundancia, que de igual manera sucede en la cuenca de bonanza donde está ubicada la finca El Chingo que tiene un total de 763 quebradas con una extensión de 213.19 km² con un porcentaje de quebradas de primer orden de 53.15% los que nos reafirma aunque en esta particularidad la cuenca de bonanza esta ubicado en el Nivel 6 de la cuenca del Rio Coco que se comparte con la región caribe del país con la llanura que recibe el mismo nombre.

5. CONCLUSION

Se concluye con la instalación de 16 parcelas permanentes de muestro para las 14 fincas muestreadas de la empresa MLR forestal, de las cuales se pudieron obtener datos para la toma de decisiones de las áreas de conservación que en términos de cobertura de suelo con variables de densidad como Área Basal se pueden determinar el manejo más adecuado para mejorar la regeneración de las áreas de conservación de boscosas tales como las fincas de Buenos Aires, Mutiguas y Santa Fe. Así mismo como el registro de 99 especies de biotipo arboles perennes con diámetro mayores a 10 cm de DAP de las cuales 12 especies quedaron sin identificación por falta de información de las colectas botánicas que estaban infértiles. También se logró identificar las especies según apéndices CITES, UICN y Veda nacional donde se pudo tener conocimientos que las especies amenazadas dentro de las áreas de fincas se pueden identificar *Ceiba pentandra* y *Cedrela odorata* con especies forestales se grado alto de protección para las tres normativas

Se logro identificar formaciones vegetativas por medios de fotointerpretación y por medio de análisis de Clustering para la determinación de las misma que por medio de imágenes se pudieron reconocer tres formaciones bien definidas plantaciones forestales, bosques latifoliado denso y ralo que son acordes al sistema de clasificación del uso de suelo dictado por el INETER. Por medio de los análisis estadísticos en base a datos de abundancia se definió dos formaciones que tienen enlace entre si Bosque Ripario y bosque en regeneración donde se establece el diagrama de comunidad donde se logra apreciar que a pesar de que son formaciones diferentes el estado en que se encuentran aún es de restablecimiento de las mismas por lo cual se sugiere darles seguimiento a estas comunidades para mejorar la diferenciación entre ellas. Así como la caracterización de la red hídrica superficial donde se entiende que hay una disponibilidad gran de agua dentro de las áreas de lo cual demanda aún más enfuerzo para poder conservar las áreas de bosques para mantener la calidad de los cuerpos de agua presentes.

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda una Reforestación rural ya es la que, de acuerdo con su objetivo, se establece en superficies forestales o potencialmente forestales donde originalmente existían bosques, selvas o vegetación semiárida.

Además, enfocada en la Protección y restauración. Este tipo de reforestación se establece con el propósito de proteger y contribuir a la estabilización y restauración de terrenos donde existen fuertes problemas de pérdida de vegetación y erosión de suelo. Está orientada hacia los bosques de galería o el área ubicada cerca de caños o cerca de pequeños arroyos

También otra forma es Agroforestal. Plantación en la que los árboles se plantan y cultivan intencionalmente en la misma unidad de tierra junto con cultivos agrícolas con pastizales, con la intención de diversificar la producción y aprovechar los beneficios económicos y ecológicos que brindan los árboles y la cobertura de los cultivos. Debido a la asociación de usos y especies, este tipo de plantación ofrece múltiples beneficios al mismo tiempo que protege y mejora el medio ambiente. También se les conoce como sistemas agrosilvopastoriles. Esta orientada a las plantaciones de Teca y cacao. Además, es necesario el apoyo de un asesor técnico o la preparación técnica para la implementación de cualquiera de los tipos de reforestación.

Proceso de planeación

El desarrollo de una reforestación depende de cinco factores fundamentales:

1. La selección correcta de especies en el sitio a reforestar. Orientado al área a trabajar ya sea de agroforestal o conservación
3. implementación de vivero de plantas y transporte de ésta al sitio a reforestar.
4. Plantar en la época adecuada para asegurar el mayor porcentaje de sobrevivencia de la especie.
5. La aplicación de técnicas agroforestal apropiadas para favorecer el desarrollo de las plantas y un buen manejo del predio reforestado.

Elección de las especies a reforestar

En sitios con niveles de degradación bajos o intermedios, donde los suelos permanecen intactos y hay un suficiente germoplasma disponible para la siguiente generación, la regeneración natural es la mejor selección, (Chazdon, 2008, citado por Thomas et al. 2014). Esta elección disminuye la posibilidad de que se presenten algunos riesgos inherentes a la introducción del germoplasma, manteniendo la integridad genética y el establecimiento de brinzales bien adaptados. En los sitios donde no existen diversas fuentes de semillas o éstas no son suficientes, donde las fuentes de semillas sufren de erosión genética o se prevé la reforestación, la introducción de materiales provenientes de fuentes fuera del sitio

puede ser una ventaja o la única solución al menos en el corto plazo. Generalmente, con el fin de reestablecer ecosistemas autosostenibles y los servicios derivados de éstos, se prefiere elegir especies nativas con respecto a las exóticas; aunque éstas últimas pueden ser útiles o necesarias (sobre todo en sitios muy degradados) como especies nodriza para mejorar el micrositio (Lamb, 2012; Montagnini y Finney, 2011; Newton, 2011; citados por Thomas et al., 2014).

Gómez-Romero et al. (2012) recomendaron establecer especies como *Pinus greggii* en Michoacán (fuera de su área de distribución natural) para favorecer, en un momento posterior la plantación y el establecimiento de especies nativas. Las plantas valiosas para la restauración y la reforestación deben presentar las siguientes cualidades:

1. Ser de fácil propagación.
2. En función de las condiciones del ecosistema a restaurar deben resistir condiciones limitantes, como baja fertilidad, sequía, suelos compactados, pH alto o bajo, salinidad, etcétera.
3. Tener crecimiento rápido y una relación alta de C/N
4. Tener alguna utilidad adicional a su efecto restaurador; por ejemplo, producir leña, carbón, forraje nutritivo, vainas comestibles, madera o néctar.
5. Nula tendencia a adquirir una propagación invasora e incontrolable.
6. Que tiendan a favorecer el restablecimiento de las poblaciones de elementos de la flora y fauna nativas, proporcionándoles un hábitat y alimento.

Conviene elegir las especies de la región que mejor se adapten a las condiciones actuales del ecosistema en cuanto a suelo, clima, topografía, disponibilidad de agua, vegetación natural y los objetivos de la plantación, entre otras.

Para el área de restauración de bosques seco y galería es preferible y recomendado utilizar especies nativas y que se encuentren en la zona. Utilizando las especies de *Inga ssp*, *Ochroma pyramidale*, *Swietenia macrophylla*, *Cordia alliodora*, *Ficus sp*, *Inga vera*, *Carapa guianensis*, *Senna spp*, *Guazuma ulmifolia*, *Lonchocarpus spp*, *Brosimum alicastrum*. Esta Especies vegetales no permite a la desertificación y erosión de los suelos cerca de los arroyos.

Para el área de agroforestal con el cacao tradicionalmente se recomienda el asocio con especies leguminosas de uso múltiple como guabas ingas, madero negro *Gliricidia sepium*, poro *Erythrina*, *Leucaena leucocephala* debido al gran aporte de materia orgánica que genera y por la contribución de nitrógeno al suelo, así como el asocio con árboles maderables y frutales que a mediano y a largo plazo produzcan ingresos significativos a la empresa. Las arboles maderables más utilizados son cedro *Cedrela sp* y el Laurel *Cordia alliodora*. Todas estas plantas se pueden utilizar con fines de utilización de cercas vivas, forrajeros, leña y construcción de muebles.

Implementación de vivero

El proceso de producción de plantas en vivero comprende diversas etapas, como la obtención de semilla de calidad, el procesamiento de las semillas (clasificación, selección, limpieza, secado, almacenamiento, tratamientos pregerminativos, etc.), la preparación del sustrato, el llenado de los envases, el trasplante, el riego, la fertilización, el control de plagas y enfermedades. Un vivero de especies nativas debe tener como objetivo producir planta de calidad de especies cuya distribución natural corresponda a su área de influencia.

Analizando la distribución de viveros con asignación de plantas para la reforestación de predios apoyados por la CONAFOR en 2014, se observó que, en 65 % de los casos en donde el tiempo de traslado de la planta fue inferior a tres horas, la mortandad fue menor al 5 %. Por lo cual, la planeación de la ubicación de los viveros debe considerar las condiciones de los sitios a restaurar y garantizar atributos en la planta que favorezcan una alta sobrevivencia en campo.

El éxito de la producción de plantas en un vivero está ampliamente relacionado con la calidad de la semilla utilizada. Para garantizar esta calidad se deben cuidar tres aspectos básicos: calidad genética, física y fisiológica de las semillas. La calidad genética está dada por la identidad botánica de la semilla y las características genéticas de los árboles progenitores. La calidad física de la semilla depende del tamaño, color, edad, estado de la testa o cobertura, presencia de plagas y enfermedades. Finalmente, que la calidad fisiológica depende de la madurez, contenido de humedad y capacidad germinativa. Con fines de restauración, será deseable contar con una amplia base genética, con este propósito Meffe y Carrol, 1997 (citados por Rodríguez, 2008) proponen:

1. La colecta de semilla debe realizarse en poblaciones grandes, pues a mayor variación, habrá menos deriva genética y endogamia.
2. Reducir en la medida de lo posible la selección artificial.
3. Estimular la recuperación natural de poblaciones pequeñas.
4. Evitar la introducción de alelos exóticos, provenientes de otras poblaciones.
5. Mantener aisladas las poblaciones cuya condición natural es esa.

Adicionalmente, Rodríguez (2008) recomendó no colectar la totalidad de las semillas en un árbol para respetar los procesos ecológicos y favorecer la regeneración natural. Las características que deben considerarse en el momento de seleccionar a los árboles padres dependen del objetivo de la futura plantación: para la producción de madera se debe considerar la edad del arbolado; árboles jóvenes o muy viejos producen un gran número de semillas infértiles, el tamaño de copa (1/3 de la longitud total del árbol) indican una mayor producción de semilla, en general el porte y vigor del árbol (fuste recto, no bifurcados ni torcidos) (Muñoz et al., 2011). Para cada especie se debe conocer la periodicidad de la producción de semilla (identificar años semilleros), y el estado fitosanitario de los árboles, arboles plagados o enfermos producen semilla de baja calidad y en poca cantidad. Si el objetivo es producción de leña no se requieren arboles rectos, sino, arboles con abundantes ramas y alta capacidad de rebrote.

El germoplasma debe colectarse de individuos sanos y vigorosos que cumplan con las características deseadas de acuerdo con el objetivo de la reforestación. Una ventaja económica que se obtiene al utilizar germoplasma de calidad (especie y procedencia apropiada al sitio y semilla fisiológicamente vigorosa) es que al producir la planta no hay necesidad de resembrar y al momento de la reforestación, aumenta la probabilidad de sobrevivencia de la planta en el sitio; por lo cual el uso de germoplasma

forestal de calidad representa un ahorro de dinero en los procesos de producción de planta y reforestación.

Para lograr una reforestación exitosa es necesario atender diversos aspectos. La observación de las siguientes recomendaciones facilitará dicho objetivo.

- La reforestación debe planearse tomando en cuenta los recursos disponibles, y evitar con ello reforestaciones inconclusas por falta de superficie, mano de obra, recursos económicos, disponibilidad de planta, entre otros factores.
- Debe evitarse plantar bajo dosel, es decir, en terrenos con cobertura de copa mayor al 20 por ciento y en sitios con una regeneración natural aceptable.
- Para realizar tareas de reforestación se recomienda integrar brigadas de trabajo de 10 a 15 personas cada una, con un responsable designado para organizar y coordinar a los integrantes.
- El asesor técnico debe dar recomendaciones antes de iniciar la ejecución de los trabajos de reforestación, para que los participantes desempeñen las tareas asignadas de la mejor manera posible.
- Es deseable realizar los trabajos de reforestación en las horas del día en que la temperatura es menos alta.
- Para asignar el número de plantas por participante en la reforestación, es necesario considerar tipo de terreno, sistema de producción de la planta y número de horas a trabajar.
- Dependiendo de la zona, la reforestación se debe realizar durante los dos primeros meses de la temporada de lluvias, cuando se utilice material procedente de vivero.
- Siempre se debe plantar en lugares apropiados, evitando otros como brechas caminos.

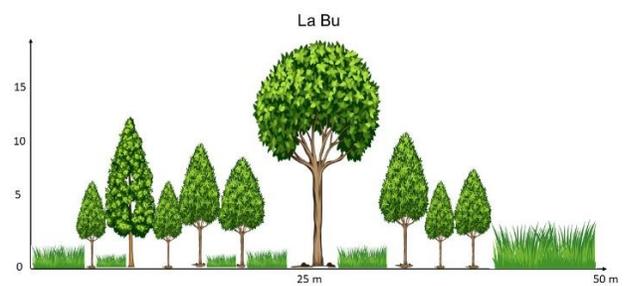
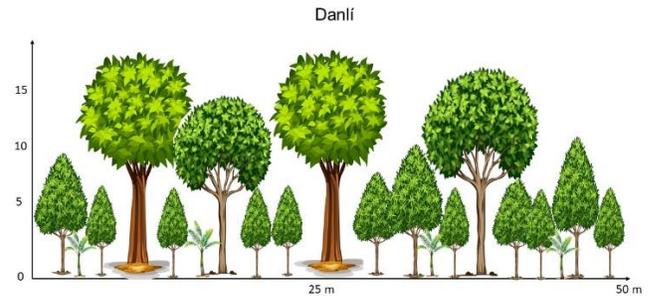
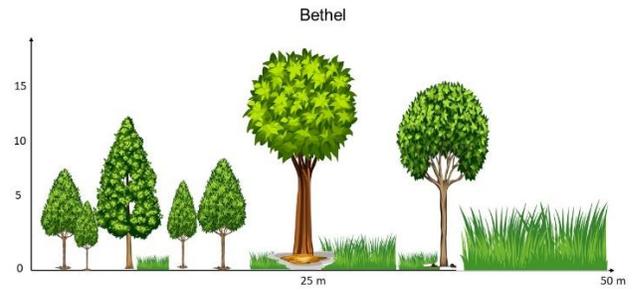
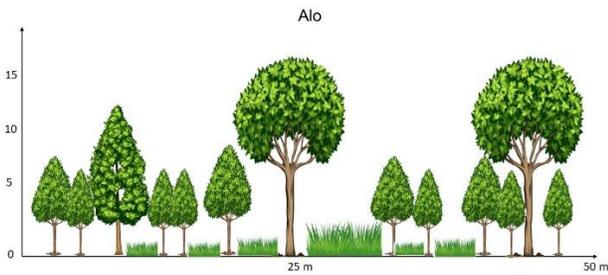
7. BIBLIOGRAFÍA

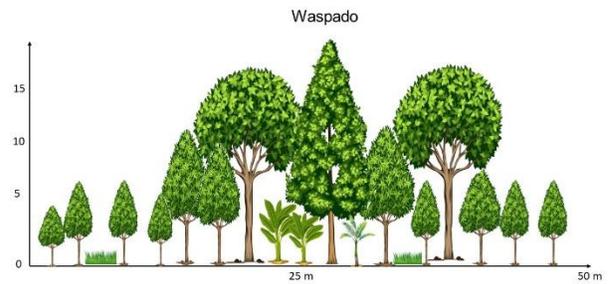
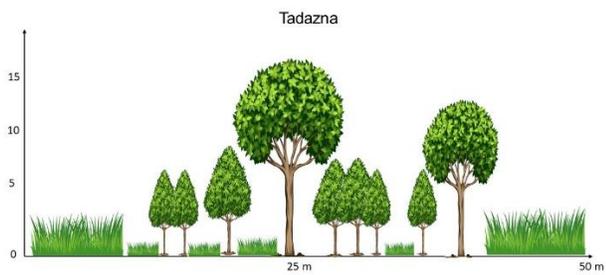
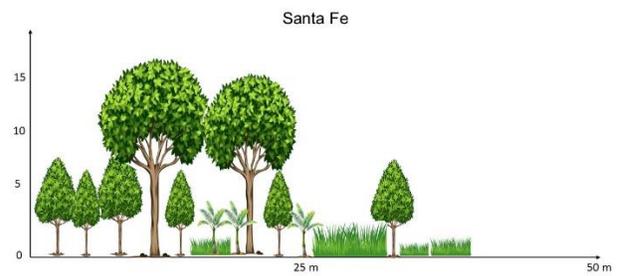
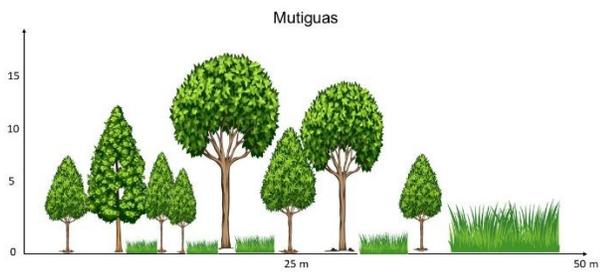
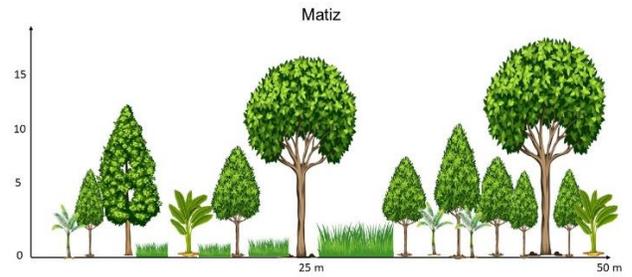
- Calderón, AD. Sf. Mensura forestal: dasometría (en línea). Mendoza, AR. Universidad de Cuyo. Consultado 18 feb. 2015. Disponible en: http://campus.fca.uncu.edu.ar/pluginfile.php/19953/mod_resource/content/1/Mensura%20Forestal%205.pdf
- Capó Arteaga, M. A. 1999. Establecimiento de plantaciones forestales: los ingredientes del éxito. Manual Técnico. Departamento Forestal, Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Saltillo, Coahuilaarroyos y bajo cables de alta tensión.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. 1991. Sistemas Silvopastoriles para el Trópico Húmedo Bajo. In: II Informe Anual. Fase II. Proyecto CATIE/MAG/IDA/CIID. Turrialba, Costa Rica, CATIE: pp 78-84.
- Baker, A.C. 2008. El protagonismo social de las comunidades rurales como fundamento para la cogestión adaptativa incluyente de los recursos naturales en un territorio. Magister Scientiae en Manejo y Conservación de Bosques Naturales y Biodiversidad. Turrialba, CR, CATIE. 155 p. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A2902E/A2902E.PDF>
- Black, P.E., 1996. Watershed hydrology. Michigan, Ann Arbor Press, 449 pp.
- Brown, S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests. Forest Resources Assessment Publication. Forestry Papers 134. Rome, Italy, FAO. 55 p.
- Cornelissen, JH; Lavorel, S; Garnier, E; Díaz, S; Buchmann, N; Gurvich, DE; Reich, PB; Steege, H; Morgan, HD; Van der Heijden, MG. 2003. A handbook of protocols for standardized and easy measurement of plant functional traits worldwide. Australian Journal of Botany 51:335-380.
- Díaz, Fabio (2017). *Estimación del carbono aéreo almacenado y su relación con factores ambientales en tres paisajes boscosos centroamericanos, tesis de maestría*. Turrialba. Costa rica. CATIE.143 p.
- Llamas, J., 1989. Hidrología general, principios y aplicaciones, Universidad Autónoma del Estado de México, 626 pp.
- Mass Porras, J. 2003. Guía práctica para el establecimiento de plantaciones forestales. COFOM, Gobierno del Estado de Michoacán.

- McCune, B; Grace, JB. (2002) Analysis of ecological communities. Gleneden Beach, Oregon, US, Software Design. 300 p.
- Muñoz, Hipólito Jesús y otros (2011) Manejo de un área semillera de *Pinus pseudostrobus* lindl. y *Abies religiosa* (h.b.k.) schltl. et cham. y selección de árboles superiores en Michoacán, México, pp. 29-36. En: Foresta Veracruzana, vol. 13, nro. 2.
- Oksanen, J.; Blanchet, F. G.; Kindt, R.; Legendre, P.; Michin, P. R.; O'Hara, R. B.; Simpson, G. L.; Solymos, M.; Stevens, R. H.; Wagner, E. (2013). Community Ecology Package (Package "vegan").
- Prodan, M; Peters, R; Cox, F; Real, P. 1997. Mensura forestal: serie investigación y educación en desarrollo sostenible (en línea). San José, CR. IICA. Consultado 18feb. 2016. Disponible en:
https://books.google.fr/books?id=0BfaTECpREEC&printsec=frontcover&hl=es&source=gs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Rodríguez, Dante Arturo (2008). Indicadores de calidad de planta forestal. Editorial Mundi-Prensa y Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Ruíz Osorio, CA. 2013. Impacto potencial del cambio climático en bosques de un gradiente altitudinal a través de rasgos funcionales (en línea). Magister Scientiae en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 101 p.
- Sanjuame, M.S. y Villanueva, R.J.B., 1996. Teoría y métodos en geografía física, Editorial Síntesis, Madrid, 303 pp.
- Thomas, Evert and others (2014) Genetic considerations in ecosystem restoration using native tree species, pp. 66-75. In: Forest Ecology and Management, vol. 333, nro.1.
- Williamson, GB; Wiemann, C. 2010. Measuring Wood specific gravity correctly (en línea). American Journal of Botany 97(3):519-524 consultado 21 mayo 2017. Disponible en:
https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf2010/fpl_2010_williamson001.pdf
- Zanne, AE; López-González, Coomes, DA; Ilic, J; Jansen, S; Lewis, S.L; Miller, RB; Swenson, N.G;
- Wiemann, M.C; Chave, J. 2009. Global wood density database.

8. Anexo

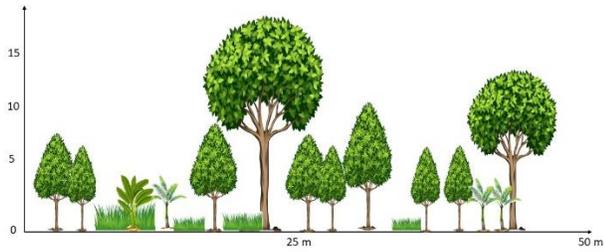
Anexo 1. Perfil de Vegetación para cada una de las Fincas Evaluadas







Waylawas



San Miguel

