

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



**ESTRUCTURA POBLACIONAL DE LA REGENERACIÓN NATURAL DEL
TORNILLO (*Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke.) EN BOSQUES DE
COLINA DE TINGO MARIA**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO FORESTAL

Presentado por:

JOAQUIN FELIPE GONZÁLES LEANDRO

2020



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 0015-2021-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 10 de octubre de 2020, a horas 04:00 p.m. en la Sala Virtual de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal, de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la Tesis titulada:

“ESTRUCTURA POBLACIONAL DE LA REGENERACIÓN NATURAL DEL TORNILLO (*Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke.) EN BOSQUES DE COLINA DE TINGO MARÍA”

Presentado por la Bachiller, **GONZÁLES LEANDRO, JOAQUÍN FELIPE**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADA** con el calificativo de **“BUENO”**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título de **INGENIERO FORESTAL**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título correspondiente.

Tingo María, 28 de Mayo de 2021

Ing. Mg. RICARDO OCHOA CUYA
PRESIDENTE

Ing. RAUL ARAUJO TORRES
MIEMBRO



Ing. Mg. WILFREDO TELLO ZEVALLOS
MIEMBRO

Ing. M. Sc. DAVID P. QUISPE JANAMPA
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



TESIS

**ESTRUCTURA POBLACIONAL DE LA REGENERACIÓN NATURAL DEL
TORNILLO (*Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke.) EN BOSQUES DE
COLINA DE TINGO MARIA**

Programa de investigación : Gestión de bosques y plantaciones forestales

Línea de investigación : Silvicultura, manejo y ordenación de bosques.

Ejecutor : GONZÁLES LEANDRO, Joaquín Felipe

Asesor : M.Sc. Ing. QUISPE JANAMPA, David

Lugar de Ejecución : Bosque Reservado de la UNAS

Duración Fecha de Inicio: Abril - 2019

Termino: Febrero - 2020

Financiamiento : Monto S/. 3,350.00

FEDU : No

Propio : Si

Otros : No

DEDICATORIA

A Dios padre por ser la fuente de sabiduría y bondad infinita.

A mis queridos padres; Gerardo Melanio Gonzales Ramos y Ada Leandro Loyola, por su inmenso amor y fuente de enseñanza para seguir adelante en la vida y hermanos; Jamin Gonzales Leandro, Gerardo Gonzales Leandro, Gabriela Elisa Gonzales Leandro y Ada Luz Gonzales Leandro.

A mi querida esposa, Ibeth Yuzara Jara Beltrán, por ser mi compañera y fuente de apoyo en mis metas en lo profesional y a mi querido hijo; Jakob Felipe Gonzales Jara.

AGRADECIMIENTOS

A los docentes de la Universidad Nacional Agraria de la Selva y la Facultad de Recursos Naturales Renovables, por toda la contribución científica, cultural y social que me brindaron.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal que se esforzaron por entregarme sus conocimientos y experiencias

Al M.Sc. David P. Quispe Janampa, por el asesoramiento y su gran apoyo en el desarrollo de la investigación, por brindarme todo el soporte técnico para el cumplimiento de los objetivos de la tesis y al Ing. Cleide Flores Santo por sus aportes en ejecución del trabajo.

A mis amigos y amigas que compartieron y me apoyaron durante mi formación como profesional.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Los bosques tropicales húmedos	3
2.2. La regeneración natural.....	4
2.3. Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva	7
2.4. Unidades fisiográficas del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS).	8
2.5. Criterios para determinar unidades fisiográficas.....	8
2.6. Atributos mensurables de las especies del bosque tropical	10
2.6.1. La altura máxima	10
2.6.2. El diámetro	11
2.7. Probabilidades - Gráfico de funciones de densidad continuas	12
2.7.1. Iluminancia.	13
2.8. Experiencias de investigación en regeneración natural.....	16
2.8.1. Clasificación taxonómica de <i>C. cateniformis</i>	18
2.8.2. Descripción.....	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
3.1. Lugar de ejecución	21
3.1.1. Ubicación política y geográfica.....	21
3.1.2. Clima	22
3.1.3. Fisiografía.....	22

3.1.4. Zona de vida.....	23
3.2. Materiales y equipos.....	23
3.2.1. Material de campo	23
3.2.2. Equipos de campo y gabinete	23
3.3. Generalidades de la investigación.....	24
3.3.1. Tipo de investigación.....	24
3.3.2. Nivel de investigación.....	24
3.3.3. Población y muestra	24
3.3.4. Variables a evaluar.....	24
3.4. Metodología.....	25
3.4.1. Para la determinación de la abundancia de regeneración natural de <i>C. cateniformis</i> en sus tres categorías y tres tipos de colina.....	25
3.4.2. Para la estimación de probabilidad de ocurrencia de regeneración natural de <i>C. cateniformis</i> en función a su altura y distancia de dispersión en sus tres categorías y tres tipos de colina.....	29
3.4.3. Para el análisis de correlación entre altura e iluminancia de regeneración natural de <i>C. cateniformis</i> , en bosque de colina.....	31
IV. RESULTADOS	33
4.1. Abundancia de regeneración natural de <i>C. cateniformis</i> en sus tres categorías y tres tipos de colina.	33
4.2. Probabilidad de ocurrencia de regeneración natural de <i>C. cateniformis</i> en función a su altura y distancia de dispersión en sus tres categorías y tres tipos de colina.....	35
4.3. Correlación entre altura e iluminancia de regeneración natural de <i>C. cateniformis</i> en bosque de colina.	38

V. DISCUSIÓN	42
5.1. De la abundancia de regeneración natural de <i>C. cateniformis</i> en sus tres categorías y tres tipos de colina.	42
5.2. De la probabilidad de ocurrencia de regeneración natural de <i>C. cateniformis</i> en función a su altura y distancia de dispersión en sus tres categorías y tres tipos de colina.....	44
5.3. Sobre la correlación entre altura e iluminancia de regeneración natural de <i>C. cateniformis</i> en bosque de colina.	46
VI.CONCLUSIONES	49
VII.RECOMENDACIONES.....	50
VIII.ABSTRACT.....	51
IX.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
ANEXO	59

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
01. Coordenadas UTM (Datum WGS 84, UTM/UPS) de los árboles semilleros.	23
02. Coordenadas UTM (Datum WGS 84, UTM/UPS) de las parcelas de muestreo.....	24
03. Categorías silviculturales de la regeneración	38
04. Abundancia de la regeneración natural de <i>C. cateniformis</i> en sus cuatro categorías y tres tipos de colina.....	37
05. Estadística descriptiva de medidas de resumen para variables de altura	35
06. Coeficiente de correlación de Spearman en regeneración natural de acuerdo al tipo de colina.....	42
07. Altura e Iluminancia en función al número de individuos de regeneración natural de acuerdo al tipo de colina	45
08. Coordenadas de árboles semilleros del BRUNAS.....	65
09. Evaluación de plántulas en tres tipos de colina - BRUNAS.....	60
10. Evaluación de brinzales en tres tipos de colina - BRUNAS.....	79
11. Evaluación de latizales en tres tipos de colina - BRUNAS.....	83

ÍNDICE DE FIGURASS

Figura	Página
01. Diseño de la parcela circular para el levantamiento de datos.....	21
02. Coordenadas UTM (Datum WGS 84, UTM/UPS) de las parcelas de muestreo.....	22
03. Categorías silviculturales de la regeneración	28
04 Abundancia de la regeneración natural de <i>C. cateniformis</i> en sus cuatro categorías y tres tipos de colina.....	34
05. Estadística descriptiva de medidas de resumen para variables de altura y distancia en regeneración natural de <i>C. cateniformis</i>	35
06. Coeficiente de correlación de Spearman en regeneración natural de acuerdo al tipo de colina.....	39
07. Altura e Iluminancia en función al número de individuos de regeneración natural de acuerdo al tipo de colina	41
08. Coordenadas de árboles semilleros del BRUNAS.....	60
09. Evaluación de plántulas en tres tipos de colina - BRUNAS.....	60
10. Evaluación de brinzales en tres tipos de colina - BRUNAS.....	73
11. Evaluación de latizales en tres tipos de colina - BRUNAS.....	78
12. Árbol semillero N°1 (colina baja) y 2 (colina media).....	79
13. Árbol semillero N°3 (colina alta).....	79
14. Delimitación de las parcelas circulares.....	80
15. Toma de la iluminancia.....	80

RESUMEN

La investigación se ejecutó en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS), con una superficie de 217,22 hectáreas, dentro del cual se encuentran tres parcelas circulares de 7854 m² en colina baja, colina media y colina alta. El objetivo fue analizar la estructura poblacional de la regeneración natural del *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke en la categoría brinzal, latizal y fustal en cada parcela. Se determinó mayor abundancia en la categoría plántula con 74,33% de las tres parcelas, con mayor número de plántula (colina media) 417 y (colina baja) 75 individuos, seguido de brinzales (colina media y baja) 116 y 31 individuos respectivamente, en comparación de la colina alta menor individuos. Asimismo, mayor regeneración en colina media con 79,82%. Con una probabilidad de ocurrencia de 93,56% de encontrar plántulas; 88,91% brinzales y 78,25% latizales. Se estimó una mayor probabilidad de encontrar regeneración natural a medida que aumenta el alcance de dispersión de la regeneración natural en bosque de colina. Existe una correlación estadística no significativa entre la altura e iluminancia, excepto en latizales de colina baja con una correlación negativa moderada, indicando que a mayor intensidad de luz mayor altura, en comparación de las plántulas y brinzales mientras aumenta la intensidad de luz menor es la altura.

I. INTRODUCCIÓN

El Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS) cuenta con una plantación de la especie forestal *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke, familia Fabaceae, conocida con el nombre comercial “Tornillo” con una topografía que va desde los 667 a 1092 m.s.n.m., el cual presenta una estructura poblacional de regeneración natural en base a sus diferentes fases de desarrollo (plántula, brinzal y latizal) y su fisiografía bien definidas según su altitud y su pendiente (colina baja, media y alta).

Las plántulas de regeneración natural es la fase más crítica, se desarrollan bien cuando la parte del dosel tiene mayor ingreso de luz, siendo positivo al crecimiento, a mayores dimensiones va haciéndose más exigente a la luminosidad. Estos ecosistemas únicos se encuentran seriamente amenazados en toda su distribución por ausencia de tratamientos silviculturales y uno de los grandes retos es conocer la funcionalidad de los procesos ecológicos que ocurren dentro de ellos.

La distribución de los árboles en el espacio tiene una gran influencia en la densidad y estructura de los bosques y está determinada por las relaciones entre los individuos y la estrategia de regeneración de las distintas especies. Por tanto, es importante conocer la regeneración natural y su estructura poblacional.

Para la existencia de un buen manejo se requiere necesariamente del conocimiento de la estructura poblacional de la regeneración natural y el tipo de bosque del lugar o área de estudio, pero no se conoce como está estructurado su población al menos para este ámbito por lo que surge la pregunta ¿Es necesario conocer la estructura poblacional de la regeneración natural del Tornillo (*Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke?) en bosques de colina de Tingo María? por lo expuesto se considera necesario conocer la estructura poblacional del tornillo que permitirá diseñar planes de manejo en cuanto a la regeneración natural:

Objetivo general

- Analizar la estructura poblacional de la regeneración natural del tornillo (*Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke.) en bosques de colina de Tingo María.

Objetivos específicos

- Determinar la abundancia de regeneración natural de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke en sus tres categorías y tres tipos de colina.
- Estimar la probabilidad de ocurrencia de regeneración natural de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke en función a su altura y distancia de dispersión en sus tres categorías y tres tipos de colina.
- Analizar la correlación entre altura e iluminancia de regeneración natural de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke, en bosque de colina.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Los bosques tropicales húmedos

El bosque tropical ofrece una biodiversidad con una composición florística que cambia constantemente de un lugar a otro. No solo son impresionantes, sino que también confunden: "Aunque el número de especies es muy alto, las especies más comunes tienen valores de frecuencia elevados. Por tanto, son relativamente pocos los que caracterizan el vuelo, y el resto son compañeros bastante poco importantes" (Lamprecht, 1990).

Rollet (1980) menciona que, los bosques tropicales están expresados en la abundancia de árboles, el área basal (cobertura), y a su vez la frecuencia que representa el porcentaje de individuos dentro de las muestras, de esta manera los parámetros más importantes para poder caracterizar la estructura horizontal del bosque en general, el área basal y el número de árboles.

Rollet (1980), Salcedo (1986), Quirós y Finegan (1994) manifiestan que, la distribución del número de árboles por clases diamétricas, incurren que este parámetro es trascendental para identificar el comportamiento de las especies y precisar el estado de equilibrio o desequilibrio de un bosque. En un bosque primario

la distribución de las especies nos permitiría reconocer las series geométricas decrecientes mediante curvas mediante la "J" invertida, manifestando un mayor número de individuos en clases diamétricas pequeñas y menor número de individuos en las clases diamétricas mayores, que representa a las especies esciófitas, que toleran a la sombra, cuando las curvas son semejantes a una distribución normal con diferentes grados de asimetrías, constituyen las especies heliófitas, tolerantes con tendencias a la desaparición de las especies al transcurrir el tiempo.

Los bosques primarios apenas se modifican por perturbaciones naturales o antropogénicas. Dependiendo de la diversidad ambiental, encontramos una amplia gama de tipos de bosques con estructura y composición desigual. En las regiones tropicales, la biodiversidad es alta y el mismo tipo de bosque puede tener cientos de especies forestales (Bonifacio M. & Thimoty J., 1997).

Gallego y Finegan (2004) al referirse que “las estructuras poblacionales vienen hacer un componente importante para la evaluación de las especies forestales”.

2.2. La regeneración natural

Este proceso podría ser denominado colonización, se basa mediante un proceso por la cual, las especies presentes o especies que no son parte del vuelo de la masa inicial, aumentan su presencia luego de una diseminación, germinación e instalación de nuevas categorías como los brinzales. (Serrada, 2003).

Una plántula de regeneración natural es el estadio del desarrollo una vez la semilla rompe su dormancia y se produce la germinación, y termina cuando el desarrolla sus primeras hojas no cotiledonares maduras, es decir funcionales. En el caso de su crecimiento una plántula típica puede ser dividida en la raíz primaria que procede de la radícula del embrión, y el retoño primario que consta del tallo más uno o más cotiledones u hojas embrionarias (Valla, 2007).

Fredericksen & Mostacedo (2000) manifiestan que “el porcentaje de cobertura del dosel varía según la categoría de regeneración natural”.

El vocablo regeneración viene hacer un proceso natural de recambio de árboles. En un sentido general, se podría definirse como el reemplazamiento de un agregado de árboles, que han llegado a su etapa de madures, asimismo se considera una unidad de espacio y tiempo definido. Este proceso posee dos componentes: el inicial se refiere a la caída natural de los árboles maduros, y el secundario, se describe al reclutamiento de árboles que delegan a aquellos que van dejando lugares vacantes (Martínez M. , 1994).

Existe mucha confusión entre los efectos de inducir el crecimiento de nuevas plántulas y estimular el crecimiento de las existentes. La distinción es significativa porque es mucho más difícil inducir el crecimiento que estimularlo. Estos dos métodos a menudo se confunden cuando la frecuencia de las plántulas no se ha determinado de manera confiable antes de comenzar el tratamiento. Muchos de los mayores éxitos en la regeneración natural se han producido en

lugares donde aparecieron nuevos árboles antes del tratamiento (Wadsworth, 2000).

El proceso de regeneración natural se define como "renovación de árboles mediante la auto plantación de semillas o mediante métodos de crecimiento natural de las plantas" (2002).

Es también un espacio en el que pueden aparecer nuevos pies de diferentes especies forestales sin intervención manual, y los pies provienen de los pies de árboles conectados a la zona de regeneración (Serrada, 2003).

La fase de regeneración natural de las especies de árboles forestales es un momento crítico en la vida de cualquier comunidad forestal (González y Bravo, 1999). Los siguientes cuatro momentos son: suministro, propagación, germinación y supervivencia de semillas (Kimmins, 2004).

Cuando los árboles maduros dan frutos y dejan caer semillas, la regeneración natural reúne todas las plántulas y árboles jóvenes que el bosque puede producir naturalmente. Del mismo modo, la renovación natural también se llama la superficie, que restaura el bosque por medios naturales (Tovar, 2000).

Ramírez (2005) propone que, las clases de regeneración son: Plántulas: Se menciona desde la germinación hasta los 30 cm de altura, Brinzales:

a partir los 30 cm de altura hasta 1.5 m de altura y Latizales: desde 1.5 m de altura hasta los 10 cm de (dap).

Tomando en cuenta las categorías propuestas por el Centro de Investigación y Docencia Agrícola Tropical, se evaluó la renovación natural en una parcela de 10 x 10 m (Aguirre Z., 2010) y anidada en una parcela vegetal, quien los clasifica incluyendo los diámetros para brinzales y latizales, considerando las categorías: Plántulas: altura < de 0.30 m. Brinzales: $D_{1.30\text{ m}} < 5\text{ cm}$ y altura < 1.5 m. y Latizales: $D_{1.30\text{ m}} \geq 5\text{ a } \leq 10\text{ cm}$ y altura $\geq 1.5\text{ m}$ (Orozco & Brumer, 2002).

2.3. Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva

El 21 de abril de 1942, de acuerdo con un convenio entre Perú y los países de América del Norte, se estableció la Estación Experimental Agrícola Tingo María. Lo que actualmente llamamos Bosque Reservado UNAS (BRUNAS).

Cuando se estableció la Universidad Nacional Agraria La Selva en 1964, comenzó a ocupar el área perteneciente a la estación experimental. Desde el establecimiento de la Escuela de Recursos Naturales Renovables (FRNR) el 6 de abril de 1979, (BRUNAS) ha aprobado oficialmente y es responsable de. Actualmente existe una plantación de “tornillo” (*Cedrelinga cateniformis*) y una serie de bambúes que viene siendo manejados por la FRNR (Marcos, 1996).

Con Resolución N° 1502 - 56 - UNASTM fue creada el BRUNAS, El 31 de diciembre de 1971, con el fin de proteger los recursos naturales existentes en

todo el espacio, se reservó una de las pocas áreas naturales en Tingo María, con una extensión de 230 hectáreas (Rodríguez, 2000).

2.4. Unidades fisiográficas del BRUNAS.

Son clasificadas en seis. Su configuración del relieve y modelado actual es una consecuencia de los procesos morfodinámicos, por presentar una topografía relativamente homogénea y casi plana o microondulada accidentadas y heterogéneas.

El área se enmarca en tres grandes paisajes plano ondulado, paisaje de colina baja (clase 1 y 2), paisaje de colina alta clase 1 y 2 y paisaje montañoso (Puerta, 2007).

2.5. Criterios para determinar unidades fisiográficas.

La tercera categoría del sistema del análisis fisiográfico es el sub paisaje. El cual agrupa a unidades fisiográficas caracterizadas en base a su altura y posición, aspectos que muestran el uso del suelo y su potencial, así como su manejo. De la siguiente manera:

Para las colinas, se tiene en cuenta los siguientes subpaisajes:

- Colina baja, relacionado al nivel medio del río, con una altura menor a 80m.
- Colina Medias, relacionado al nivel medio del río, con una altura entre 80-150m.

- Colina Altas, relacionado al nivel medio del río, con una altura entre 150-300m.
- Lomada, respecto al nivel de base local, la pendiente está entre 8-15% y presentan cimas mayormente redondeadas, con una altura menor de 20m.

Para los factores del horizonte se definen las maneras de carretera en simiente a criterios prácticos que constituyen, parte o todas, las cercas para el hábito y/o tráfico de estas franjas equiparables como el grado de pendiente, relieve, grado de inundación, residuos gruesos, drenaje y otro (ZEE, 2015).

Colinas, independiente de su altura, la vehemencia de la descomposición, presencia de segmentos hídricos profundos, es considerado para agruparlas, a grado de instrumentos del paisaje en:

- Colina ligeramente disectada, se relaciona con la pendiente 15-25%, para colinas bajas, tienen presencia de disectación ligera (pocas).
- Colina moderadamente disectada, se relaciona con la pendiente 25-50%, para colinas bajas y altas, tiene presencia de disectación media (moderada)
- Colina fuertemente disectada, se relaciona con la pendiente 50-75% para colinas bajas y altas, tiene presencia de disectación alta (ZEE, 2015).

2.6. Atributos mensurables de las especies del bosque tropical

El bosque tiene asociado un conjunto, generalmente pequeño de descriptores (perfiles, caracteres, características) que están asociados a las especies, no obstante, pueden virar entre lados o entre habitantes internamente de sitios.

2.6.1. La altura máxima

Chave (2005) menciona que, “la altura es una variable geométrica fundamental para los árboles”, (MINAM, 2015) añade que, “es una variable medida según diferentes formas de vida vegetal: árboles, palmeras, arbustos, juncos, suculentas y hierbas.”. (Rivas, 2006) refiere que, a nivel de individuo, las alturas pueden ser totales, desde la base hasta el ápice; o comerciales, hasta un diámetro límite o hasta el punto donde el fuste se ramifica. A nivel de colectivo en un bosque o plantación, pueden ser altura promedio, que es la media aritmética del total de árboles de un área determinada; y altura dominante también llamada altura tope (top height) o altura superior; (Romahn & Ramírez, 2010) dicen que, Al medir la altura, la precisión está en función del propósito de la medición, y varía de aproximadamente 10 cm a 1 m; es posible obtener una mayor precisión, pero esto significa que se requiere más tiempo y equipo complicado.

La altura total de los árboles, es la distancia entre el suelo y el ápice; la altura comercial, es la distancia relativa entre la base y la primera ramificación. En un inventario forestal, la medición de alturas prácticamente se hace por estimación

ocular, por lo que es importante que el personal tenga un entrenamiento previo comprobado con instrumentos, para corregir la tendencia de sobreestimación o subestimación respectiva de este parámetro (Malleux, 1982).

Romahn & Ramírez (2010) mencionan que una de las situaciones más comunes cuando se trata de medir la altura es que cuando el operador puede tocar el pie del árbol, se puede determinar la distancia horizontal, y la visión horizontal del individuo a medir tocará un punto entre la punta y la su parte inferior, también se puede ver desde el punto de observación (Rivas, 2006) manifiesta que, Cuando el árbol tiene una estructura que permite que se produzca de esta manera o una estructura que sea aceptable utilizando nuestro equipo de medición más utilizado, la altura del árbol se puede medir con una varilla graduada sin doblar: una fila de brazos iguales, Inclínómetro Suunto, grado Abney, pistola azul, pistola Haga, tableta densímetro, higrómetro, medidor de humedad, espejo relativo y equipo láser.

2.6.2. El diámetro

El diámetro más utilizado es la altura del pecho (d.a.p.). Se define como diámetro. En las comunidades estatales que utilizan el sistema métrico, la altura sobre la acera es el diámetro de la corteza (de otro modo designado como corteza), y la altura es de 1,30 metros. Algunas aberraciones son Nueva Zelanda (1,40 m) y Japón (1,25 m). Utilice 4.5 'en Norteamérica. "Estas alturas son adecuadas para medir con un pie de rey, y el efecto de ensanchamiento desde la raíz del árbol no está lejos, pero la altura máxima puede ser preferible" (Rivas, 2006).

En un árbol erguido, el diámetro puede medirse razonablemente hasta un milímetro entero. La altura común del diámetro definido de un árbol es de 1,30 m desde el suelo. Se mide midiendo la altura en una pendiente. Esto se llama d.ap. (Prodan, Peters, Cox, & Real, 1997).

Para medir d.a.p. está ansiado adaptarse a estándares más precisos, desafortunadamente estos estándares aún no se han estandarizado. Por ejemplo, para una pendiente de d.a.p. se enseña a medir por encima del nivel promedio en la parte inferior del árbol o por encima del suelo. Si el eje se deforma al nivel del pecho, el cálculo se puede mover hacia arriba y hacia abajo, o se puede tomar el promedio de dos o más mediciones. Los instrumentos que más son utilizados son: cinta métrica, cinta diamétrica, relascopio, forcípula, pentaprisma y equipos láser (Rivas, 2006).

Puede usar una cinta de calibre (se prefiere una cinta de metal) para medir el diámetro del vástago para evitar que se extienda. Dado que se considera un error sistemático incierto, el resultado de la medición se reduce al milímetro más bajo. Cuando se requiera una mayor precisión, establezca la circunferencia en 1,30 m. Y convertirlo en diámetro, dividiendo por “3.1416” (Pinelo, 2000).

2.7. Probabilidades - Gráfico de funciones de densidad continuas

Nos permite obtener una gráfica de la función de densidad, y visualizar las diferentes gráficas de estas densidades cambiando los parámetros que

caracterizan la densidad. Además, también se puede utilizar para sombrear y obtener el tamaño del área bajo la curva definida por la función de densidad. Obtenga automáticamente la probabilidad relacionada con eventos importantes (Balzarini, Gonzalez, Tablada, Casanoves, & Di Rienzo, 2008).

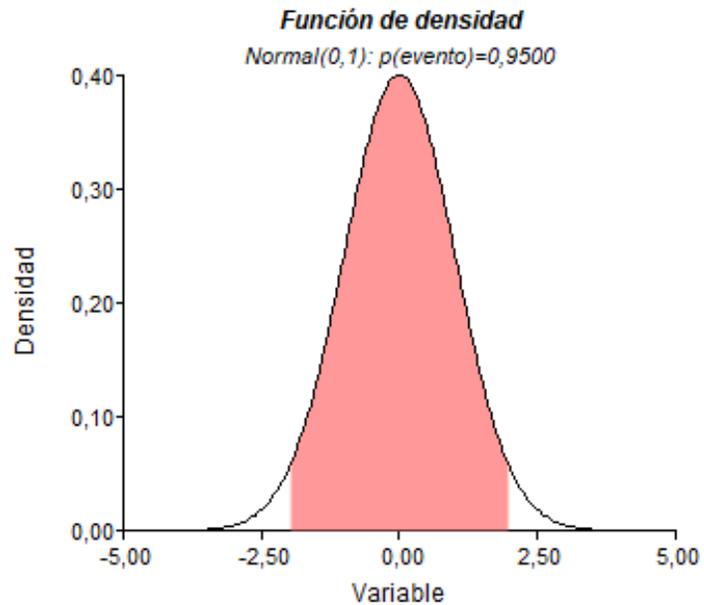


Figura 01. Modelo de gráficos de funciones de densidad para estimar probabilidades

2.7.1. Iluminancia.

La iluminancia que se emite a cada individuo de regeneración natural, bien hacer la cantidad de flujo luminosidad que incurre sobre la superficie por unidad de área. En términos generales, la iluminancia se define según la siguiente manera:

$$E_V = \frac{dF}{dS}$$

Donde:

E_V = Iluminancia, medida en lux o lm/m^2

dF = Flujo luminoso emitido, en lúmenes.

dS = Elemento diferencial de área de emisión considerado, en metros cuadrados.

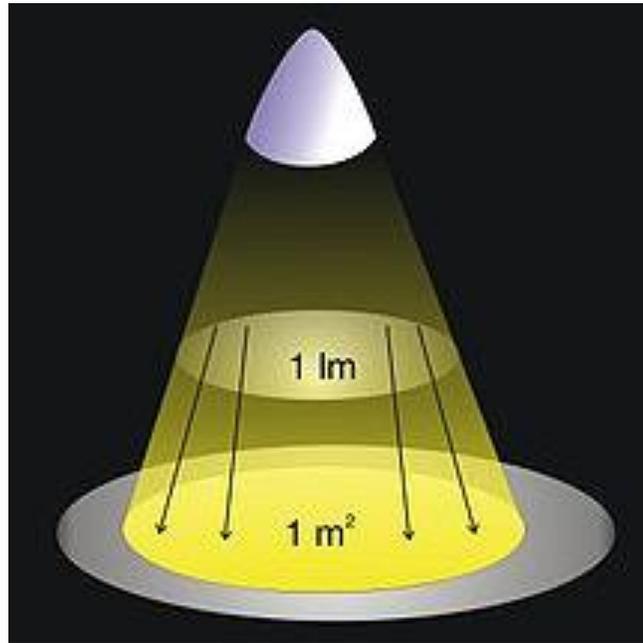


Figura 02. Imagen descriptiva de la iluminancia

2.7.2. Coeficiente de correlación

Viene hacer la parte estadística que cuantifica la correlación, con valores comprendidos entre -1 y 1.

2.7.2.1. rho de Spearman

Se utiliza para especificar el nombre de la correlación de Spearman. El coeficiente de correlación no debe usarse para comparar dos métodos que intentan calcular el mismo evento. A su vez, puede medir el grado de correlación entre dos

cantidades sin observar el grado de acuerdo o acuerdo. Si el instrumento de medición mide sistemáticamente cantidades que son diferentes entre sí, la correlación puede ser 1 y su consistencia es cero. Si los datos tienen valores extremos, es mejor utilizar el coeficiente de correlación de Spearman, porque estos valores afectarán el coeficiente de correlación de Pearson, o antes de la distribución no normal. No se ve afectado por cambios en las unidades de medida (Martínez, Tuya, Martínez, Pérez, & Cánovas, 2009).

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

Donde:

$r_s = rho$ (coeficiente Spearman)

d_i = Es la diferencia entre los rangos de altura e iluminancia

n = Es el número de pares

- **Escala 1:**

El coeficiente de correlación oscila entre -1 y $+1$, el valor 0 que indica que no existe asociación lineal entre las dos variables en estudio.

- **Escala 2:**

Correlación negativa perfecta.....	-1
Correlación negativa fuerte moderada débil.....	-0.5
Ninguna correlación.....	0
Correlación positiva moderada Fuerte.....	+0.5
Correlación positiva perfecta.....	+1

- **Escala 3:**

Perfecta	$R = 1$
Excelente	$R = 0.9 \leq R < 1$
Buena	$R = 0.8 \leq R < 0.9$
Regular	$R = 0.5 \leq R < 0.8$
Mala	$R < 0.5$

- **Escala 4:**

Rango	Relación
0 – 0.25	:Baja o nula
0.26-0.50	:Media
0.51- 0.75	:Moderada
0.76- 1.00	:Alta y perfecta

2.8. Experiencias de investigación en regeneración natural

(Aguirre, Díaz, & Aguirre, 2010) indican que, realizó monitoreo de regeneración natural de la especie Tornillo (*Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke), encontrando que el porcentaje de individuos en promedio para la categoría silvicultura de plántula fue de 83,33 % (45 individuos) y en la categoría silvicultural brinzal fue de 16,67 % (9 individuos). Se encontró que la regeneración se logra dispersar hasta los 50 m de distancia del centro del árbol, el incremento medio anual (IMA), en la categoría de brinzal fue de 30,80 %, el promedio de la regeneración natural de tornillo en la categoría silvicultural plántula fue de 114,41 % y en la categoría brinzal 12,65 %, para el reclutamiento en la categoría silvicultural Plántula

fue de 8,22 % y en la categoría brinzal fue de 25,61 %. El tipo de iluminación de copa que recibe la regeneración natural de tornillo en la categoría de plántula es en su mayoría es la nada directa 70.36%, en la categoría silvicultural de brinzal iluminación oblicua 57.08%. En promedio la regeneración natural en total recibe el tipo de, nada directa 54.89%.

PEDIC (2008) afirma que, en la zona del Rio Algodón la regeneración natural tiene alrededor de 12102.4 brinzales/ha; 2490.8 latizales/ha y cerca de 360 fustales/ha; ha hallado 18 brinzales especies comerciales, para latizales se hallaron 20 especies comerciales y en fustales se halló 20 especies comerciales, siendo el capinurí la especie con mayor abundancia para las categorías con 1688 brinzales/ha y 170 latizales/ha, y para fustales entre 6 a 24 árboles/ha.

Gonzales (2001) afirma que, en los bosques productivos de la comunidad nativa de Santa Mercedes, río Putumayo, evaluó dos parcelas de crecimiento, hallando que la composición florística con 604 individuos distribuidos en 38 familias y 202 especies en la parcela (A).

Rojas & Tello (2006) mencionan que, en Santa Mercedes –río Putumayo, mediante un estudio de regeneración natural, encontró un total de 126 especies, entre las categorías de brinzal (28537), latizal (3060) y fustal con 1630 ind./ha.

PEDIC (2008) manifiesta que, en el trabajo de la zonificación de la zona de Bellavista – Mazán, bosque húmedo de terraza baja con drenaje pobre se halló

en la categoría latizal la especie azúcar huayo con 40,00 ind/ha; en un bosque húmedo de terraza alta ligeramente disectada se halló la categoría brinzal la especie charapilla con 100,00 ind/ha.

Paucar (2011) afirma que, en el bosque intervenido de la comunidad nativa de Catungo Quimpiri – Río Tambo se estudió la regeneración natural de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke en cuanto a la frecuencia la categoría que mayor número de individuos tiene es el brinzal haciendo un total de 95,53 %; latizal con 2,91 % y fustal con un 1,57 %, así mismo la regeneración natural en el estrato medio fue de 67,34 %, 20,58 % y 12,08 % en los estratos bajo y alto respectivamente. También existe mayor presencia de brinzales en los tres estratos altitudinales, con la particularidad de que en el estrato medio existe mayor abundancia de regeneración.

De La Quintana (2005) indica que la curva "J invertida" que se encuentra en otras personas y en este estudio reduce la frecuencia de aparición individual a medida que aumenta el tamaño y el grosor de los árboles, y esta disminución gradual está expuesta al crecimiento, la mortalidad y la estructura del bosque. Alternativas.

2.8.1. Clasificación taxonómica de *C. cateniformis*

APG (2009) clasifica a la especie de la siguiente manera:

Reino : Plantae

División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Fabales
Familia	: Fabaceae
Género	: <i>Cedrelinga</i>
Especie	: <i>C. cateniformis</i>
Nombre binomial	: <i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke.

2.8.2. Descripción

La especie *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke, alcanza hasta los 40 metros de altura y diámetros que oscilan entre 0.65 hasta 1.5 m, el tronco desarrolla un fuste recto de ramificaciones prematuras, tiene un gran poder de retoño. En estado juvenil poseen una copa pequeña que admite separaciones cortas entre los individuos. (Armancio, 1995).

Fructificación: en los meses de febrero y diciembre en Iquitos y Tingo María respectivamente, con extensa distribución geográfica, requieren suelos de buen drenaje, no obstante, por su categoría son latisoles de tipo silíceo; se caracterizan por su bajo contenido de materia orgánica y acidez alta. Viene hacer una especie de segunda sucesión después de las pioneras, sin embargo, en una primera edad es limitadamente tolerante, luego son heliófilas cuando adulta (López, 1985)

Wadsworth (2000) afirma que, con un gran requerimiento de luz, existe una lucha por la luz en los aclareos que se presentan fortuitamente por la caída de un árbol, se da un rápido crecimiento inicial es propio de especies como *C. cateniformis*. Así mismo (Maruyama, 1987) menciona que, la especie *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke en una etapa temprana, por poco tiempo, tolera la sombra, luego demanda grandes cantidades de luz para su desarrollo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

3.1.1. Ubicación política y geográfica

La investigación se ejecutó en tres parcelas de muestreo de forma circular con 7854 m² cada una, en tres estratos (colina baja, colina media y colina alta), instaladas en el BRUNAS con un área de 217.22 ha, ubicado a 1.5 km de la ciudad de Tingo María, en el margen derecho del río Huallaga. Políticamente se encuentra en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco.

Cuadro 1. Coordenadas UTM (Datum WGS 84, UTM/UPS) de los árboles semilleros.

Estrato	Coordenadas		Código	Altitud (m.s.n.m.)
	Este	Norte		
Colina baja	391212	8969932	SP2-S5	700
Colina media	391332	8970042	SP1-S1	750
Colina alta	391383	8970874	SP11-S1	854

Cuadro 2. Coordenadas UTM (Datum WGS 84, UTM/UPS) de las parcelas de muestreo.

Estrato	Estrato	Vértice	Coordenadas	
			Este	Norte
Colina baja	1	V ₁	391212	8969982
		V ₂	391262	8969932
		V ₃	391212	8969882
		V ₄	391162	8969932
Colina media	2	V ₁	391382	8970092
		V ₂	391332	8970042
		V ₃	391332	8969992
		V ₄	391282	8970042
Colina alta	3	V ₁	391433	8970924
		V ₂	391383	8970874
		V ₃	391383	8970824
		V ₄	391333	8970874

3.1.2. Clima

Se caracteriza por presentar alta pluviosidad con la precipitación anual promedio de 3103.4 mm, humedad relativa de 85 % , 28.3 °C de temperatura máxima, mínima de 24.6 °C y 25.5 °C la media anual (Castillo, 2015).

3.1.3. Fisiografía

El BRUNAS se encuentra ubicada desde los 667 hasta los 1092 m.s.n.m. determinando unidades fisiográficas bien definidas, de los cuales el 70,74 % del área total presenta una pendiente superior al 25% (Puerta, 2007).

3.1.4. Zona de vida

Tingo María se encuentra ubicada en la formación vegetal de bosque muy húmedo Premontano Subtropical (bmh - PST) de acuerdo a la clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo. Y corresponde a Rupa Rupa o Selva Alta de acuerdo a las regiones naturales del Perú (INRENA, 1994).

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Material de campo

Se necesitaron los siguientes materiales: Mapa fisiográfico escala 1:80 000, formato de evaluación, regla graduada de 1,5 metros para evaluación de altura (plántula y brinzal), pintura spray y/o esmalte, wincha de 25 m para el dimensionamiento de las parcelas, jalones (separación de las subparcelas) y placas de aluminio para la codificación de la regeneración natural.

3.2.2. Equipos de campo y gabinete

Se necesitaron los siguientes equipos: Software libre estadístico InfoStat, luxómetro para determinar la iluminancia, Navegador GPS MAP 62s – GARMIN; brújula suunto para determinar el rumbo de cada individuo, cámara digital Nikon 16MP, telémetro Trupulse 200 para evaluación de altura en latizales, vernier (plántulas y brinzales) y cinta diamétrica (latizales) para determinar el diámetro y equipo de cómputo.

3.3. Generalidades de la investigación

3.3.1. Tipo de investigación

Según el objetivo el tipo de investigación es aplicada; puesto que el problema es conocido, se utilizó este tipo de investigación para dar respuesta a preguntas específicas sobre la estructura poblacional de la regeneración natural de *C. cateniformis*, en el BRUNAS.

3.3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es descriptivo y relacional; la estadística descriptiva, fue útil para valores numéricos (medidas de resumen, tabla de frecuencia y probabilidades) de una población de *C. cateniformis*, en cambio la estadística relacional se trabajó con una muestra a partir de las cuales se extrajo conclusiones sobre la población de regeneración natural de *C. cateniformis*.

3.3.3. Población y muestra

La población corresponde a la totalidad de plantas de regeneración natural de *C. cateniformis* en función a los árboles semilleros del BRUNAS. La muestra corresponde al número de plantas de regeneración natural de *C. cateniformis* que se encuentra en las tres parcelas circulares.

3.3.4. Variables a evaluar

a. Variables independientes:

- Árbol semillero de *C. cateniformis*

- Plantas de regeneración natural
- Altitud (colina baja, colina media y alta)
- Iluminancia hacia la regeneración natural

b. Variables dependientes:

- Altura de regeneración natural en metros
- Distancia de dispersión de regeneración natural
- Abundancia de regeneración natural
- Probabilidad de ocurrencia para altura y distancia

3.4. Metodología

El trabajo de investigación se desarrolló en dos etapas: Evaluación en campo e procesamiento y análisis de datos.

3.4.1. Para la determinación de la abundancia de regeneración natural de *C. cateniformis* en sus tres categorías y tres tipos de colina.

3.4.1.1. Ubicación del área de estudio y elección del árbol semillero

Se ubicó las tres parcelas circulares, teniendo en cuenta el mapa fisiográfico del BRUNAS, se consideró los siguientes tipos de colina: parcela 1 en Colina baja, con altura menor a 80m y pendiente entre 15 – 25%; parcela 2 en colina media, con altura entre 80-150m pendiente entre 25 – 50% y la parcela 3 en colina

alta, con altura entre 150-300m y pendiente entre 50 – 75%, las alturas estuvieron relacionados al nivel medio del río Huallaga.

Para la elección del árbol semillero de *C. cateniformis*, en primer lugar, se tuvo en cuenta el trabajo de investigación sobre la población evaluada en el Bosque Reservado de la UNAS propuesto por (Dionicio, 2019), en el cual se determinó un total de 21 árboles semilleros con dap (cm) entre [68,18 – 167,44] distribuidas en toda la superficie, tal como se muestra en (Anexo, cuadro 08).

Seguidamente se verificaron los árboles semilleros que cumplan las mejores características: “Calidad de fuste” bueno, “forma de copa” pudiendo asemejar a un círculo completo, buena o total “iluminación de la copa” y un “estado sanitario” sano. Logrando ubicar un árbol por parcela y tipo colina con presencia de regeneración natural y que a su vez no exista otro árbol semillero cercano a un radio no menor de 100 metros.

3.4.1.2. Delimitación de las parcelas circulares

Se procedió a delimitar tres parcelas circulares, cada una con superficies de 7854 m² y un radio de 50 metros, teniendo como centro de la parcela el árbol semillero, Luego de ser ubicados las parcelas, se derivó a delimitar círculos cada 10 metros de tal forma que se puedan medir la distancia de dispersión de la regeneración natural.

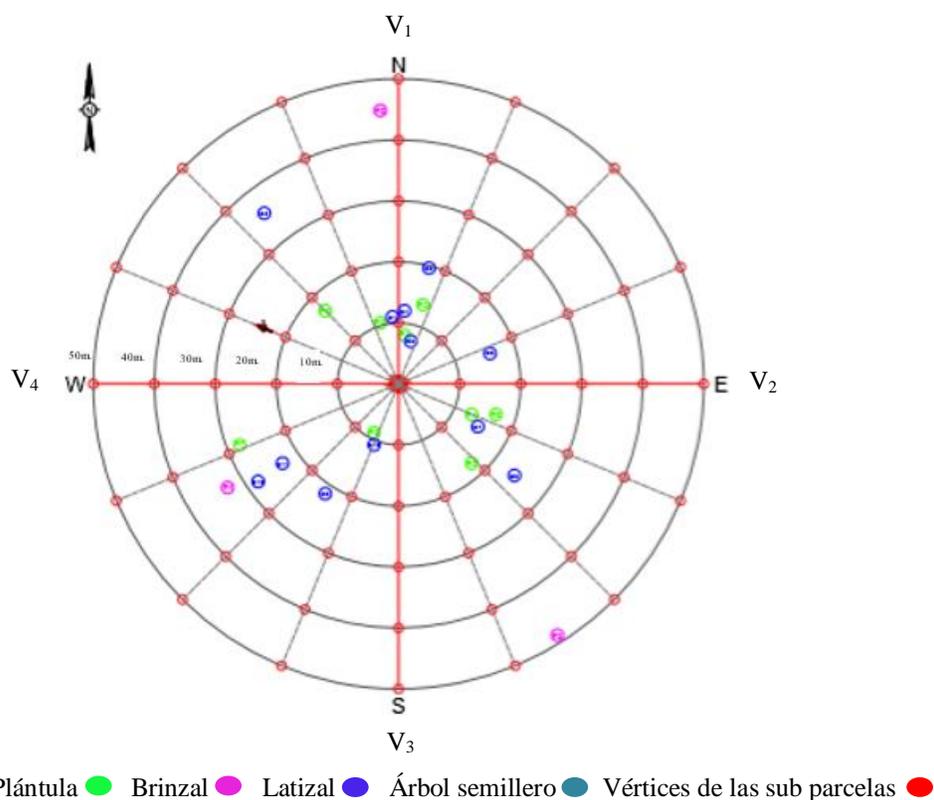


Figura 3. Diseño de la parcela circular para el levantamiento de datos.

3.4.1.3. Codificación de individuos

Una vez realizado la delimitación adecuada, se trabajó a la codificación de los individuos en las subparcelas de evaluación, colocando placas de aluminio de la siguiente manera:

- Código de la sub parcela de evaluación
- Categoría silvicultural (Plántula, brinzal y latizal)
- Número de individuo

3.4.1.4. Evaluación de la regeneración natural

La regeneración natural fue evaluada en las tres parcelas, teniendo en cuenta las categorías planteadas por el Centro Agronómico Tropical de

Investigación y Enseñanza (Orozco & Brumer, 2002). Se registró todos los individuos de cada unidad de muestreo, el cual se detalla en el cuadro 3.

Cuadro 3. Categorías silviculturales de la regeneración

Categorías	Dimensiones del individuo
Plántulas	Altura < de 0,30 m
Brinzales	$D_{1,30\text{ m}} < 5$ cm y altura < 1,5 m
Latizales	$D_{1,30\text{ m}} \geq 5$ a ≤ 10 cm y altura $\geq 1,5$ m

(Orozco & Brumer, 2002).

3.4.1.5. Determinación de la abundancia

Para determinar la abundancia de la regeneración natural de *C. cateniformis* en sus tres categorías y tres tipos de colina, se realizó un conteo de todos los individuos de regeneración natural en cada una de las parcelas circulares considerando las categorías de regeneración natural propuesto por (Orozco & Brumer, 2002).

– Abundancia absoluta

Se determinó considerando el número de individuos por unidad de área de una especie. Denotado por A_i , También son considerados como variables que expresan la densidad.

Donde:

A_i = Número de individuos por unidad de área de la especie

– **Abundancia relativa**

Se determinó mediante la operación entre la abundancia absoluta y el número total de individuos, obteniendo el cociente como resultado.

$$Ar = [Ai / \sum A] \times 100$$

Donde:

Ar = Abundancia relativa de la especie i .

Ai =Número de individuos por unidad de área de la especie i .

$\sum A$ =Sumatoria total de individuos en la parcela

Seguidamente se multiplico el cociente por 100 obtendremos el porcentaje (%) para cada categoría de la regeneración natural.

3.4.2. Para la estimación de probabilidad de ocurrencia de regeneración natural de *C. cateniformis* en función a su altura y distancia de dispersión en sus tres categorías y tres tipos de colina.

Se realizaron las respectivas mediciones de la altura máxima de individuos en las distintas categorías propuesto por (Orozco & Brumer, 2002), para el caso de las categorías plántula y brinzal se realizó con una regla graduada y para los latizales se utilizó un telémetro trupulse 200. Asimismo, para determinar el tipo de categoría de regeneración natural se realizó la medición del diámetro de los

brinzales y latizales utilizando un vernier mecánico a 1,30 m de la base de la regeneración natural de *C. cateniformis*, a excepción de las plántulas que no fueron medidos.

Seguidamente con el software estadístico InfoStat se estimó la probabilidad de ocurrencia de regeneración natural de *C. cateniformis* en función a su altura y distancia de dispersión en sus tres categorías y tres tipos de colina. Se calculó las medidas de resumen; número de observaciones (n), la media o media aritmética, error estándar (E.E), la varianza muestral calculada como la suma de los cuadrados de los desvíos con respecto a la media muestral, dividida por $(n-1)$ ($\text{Var}(n-1)$), coeficiente de variación expresado en porcentaje (CV), valor mínimo (Min) y el valor máximo (Max).

3.4.2.1. Gráfico de funciones de densidad continuas

Para encontrar la probabilidad de ocurrencia, se trabajó a través de gráficos de funciones de densidad continuas el cual nos permitió visualizar las distintas grafías que adoptan esas densidades al modificar los parámetros (media y varianza). A su vez fue posible sombrear y lograr el tamaño de probabilidad en porcentajes bajo la curva definida por la función de densidad, obteniendo en forma automática probabilidades de ocurrencia para altura y distancia de regeneración natural de *C. cateniformis* en sus tres categorías y tres estratos.

3.4.3. Para el análisis de correlación entre altura e iluminancia de regeneración natural de *C. cateniformis*, en bosque de colina.

Previo al análisis del coeficiente de correlación entre altura e iluminancia, se determinó la iluminancia que se emite a cada individuo de regeneración natural de *C. cateniformis* para cada categoría y tipo de colina. Que viene hacer la cuantía de flujo luminoso que incide sobre una superficie por unidad de área. En términos generales, la iluminancia se define de la siguiente manera:

$$E_V = \frac{dF}{dS}$$

Donde:

E_V = Iluminancia, medida en lux o lm/m²

dF = Flujo luminoso emitido, en lúmenes.

dS = Elemento diferencial de área de emisión considerado, en metros cuadrados.

Una vez determinado las variables de altura e iluminancia se procedieron al análisis del coeficiente de correlación, para ello se verificó la existencia de distribución normal para poder elegir entre Pearson (con distribución normal) y Spearman (con o sin distribución normal), para ellos se usó el software estadístico InfoStat, quien nos permitió experimentar si la variable en estudio tiene distribución normal.

Se realizó la prueba estadística de Shapiro - Wilks modificado, en este caso existió evidencias para rechazar el supuesto distribución normal, encontrando el ($p < 0.05$) menor para cada caso. El coeficiente de correlación que se tomó en cuenta fue Spearman.

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

Donde:

$r_s = rho$ (coeficiente Spearman)

d_i = Es la diferencia entre los rangos de altura e iluminancia

n = Es el número de pares

Para determinar el tipo de correlación se tomó en cuentas los rangos que se muestran en el grafico siguiente.

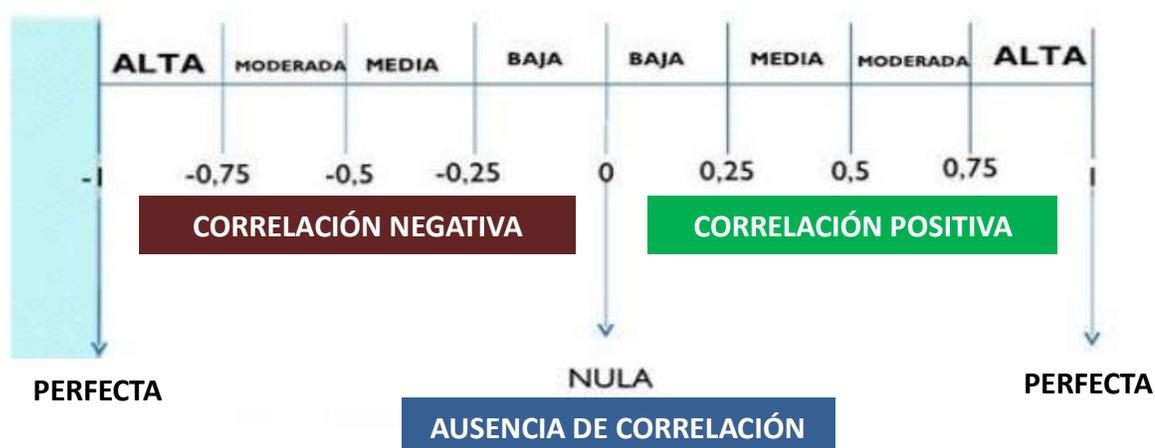


Figura 04. Grado de relación según coeficiente de correlación entre altura e iluminancia

IV. RESULTADOS

4.1. Abundancia de regeneración natural de *C. cateniformis* en sus tres categorías y tres tipos de colina.

En el cuadro 04, La abundancia de la regeneración natural de *C. cateniformis* en el bosque de colina - BRUNAS, en sus tres categorías (plántula, brinzal y latizal) y los tres tipos de colina (baja, media y alta) se observa mayor porcentaje en la categoría plántula con 74,33%, seguido de brinzal y latizal con 23,59 % y 2,08 % respectivamente.

Existe mayor cantidad de *C. cateniformis* en la categoría plántula en bosque de colina media y baja con 417 y 75 individuos respectivamente, seguido de los brinzales en colina media y baja con 116 y 31 individuos respectivamente, en comparación de la colina alta (plántulas y brinzales) con solo 9 y 12 individuos respectivamente (Cuadro 04 y Figura 05).

Con los datos de abundancia se observa que, a nivel de tipos de colina, se encontró mayor regeneración en la colina media con 79,82%, frente a 17,06% y 3,12% de colina baja y alta respectivamente.

Cuadro 04. Abundancia de la regeneración natural de *C. cateniformis* en sus cuatro categorías y tres tipos de colina.

Categoría	Estadísticos	Tipos de colina			Total
		Colina baja	Colina media	Colina alta	
Plántula	Abundancia absoluta	75	417	9	501
	Abundancia relativa (%)	14,97	83,23	1,80	100,00
	Colinas (%)	65,22	77,51	42,86	74,33
Brinzal	Abundancia absoluta	31	116	12	159
	Abundancia relativa (%)	19,50	72,96	7,55	100,00
	Colinas (%)	26,96	21,56	57,14	23,59
Latizal	Abundancia absoluta	9	5	0	14
	Abundancia relativa (%)	64,29	35,71	0,00	100,00
	Colinas (%)	7,83	0,93	0,00	2,08
Total	Abundancia absoluta	115	538	21	674
	Abundancia relativa (%)	17,06	79,82	3,12	100,00
	Colinas (%)	100,00	100,00	100,00	100,00

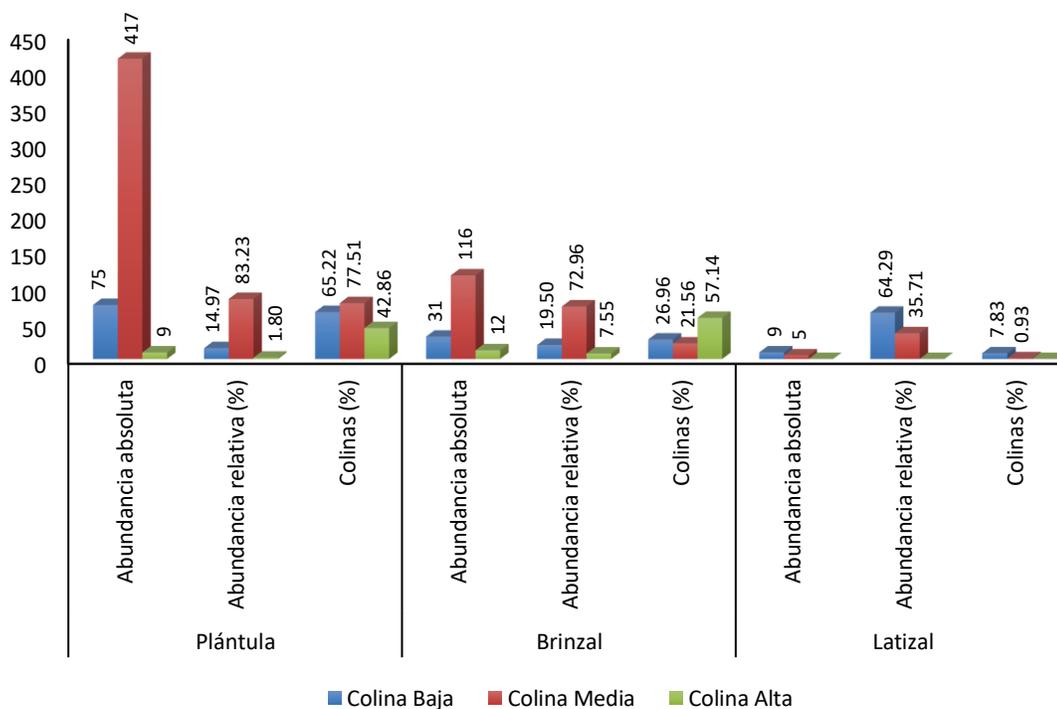


Figura 05. Abundancia de regeneración natural por categorías y tipo de colina.

4.2. Probabilidad de ocurrencia de regeneración natural de *C. cateniformis* en función a su altura y distancia de dispersión en sus tres categorías y tres tipos de colina.

En el cuadro 05, se observa las medidas de resumen estadístico, a la vista de los resultados, observamos que la variable altura y distancia tienen mayor dispersión en la categoría latizal en comparación con las variables de altura y distancia de plántulas y brinzales. Asimismo, en los gráficos de funciones de densidad continuas se puede visualizar las modificaciones que se producen sobre las mismas al cambiar los parámetros de media y varianza, a su vez, se puede observar las probabilidades asociadas a eventos de altura y distancia visualizando las áreas bajo la curva de densidad.

Cuadro 05. Estadística descriptiva de medidas de resumen para variables de altura y distancia en regeneración natural de *C. cateniformis*.

Categoría	Variable	n	Media \pm EE	Var _(n-1)	CV	Min	Max
Plántula	Altura (m)	501	0,16 \pm 0,002	0,003	31,97	0,07	0,28
	Distancia (m)		25,23 \pm 0,57	161,12	50,31	0,49	50,00
Brinzal	Altura (m)	159	0,60 \pm 0,02	0,06	40,91	0,30	1,40
	Distancia (m)		19,16 \pm 0,64	64,16	41,80	1,92	46,78
Latizal	Altura (m)	14	2,49 \pm 0,34	1,58	50,49	1,50	6,10
	Distancia (m)		13,56 \pm 2,43	82,74	67,06	2,00	29,80

En la figura 06. Se observa una probabilidad de 93,56% de encontrar una plántula de *C. cateniformis* que mida entre 0,07 y 0,28 m de altura, con una medida de posición (media = 0,16 m) y una medida de dispersión (varianza = 0,002

m²). Asimismo, existe una probabilidad de 95,11; 85,43; 62,36; 31,67 y 9,17% de lograr encontrar una plántula de *C. cateniformis* a una distancia < de 50; 40; 30; 20 y 10 m respectivamente, con medida de posición (media = 25,23 m) y una medida de dispersión (varianza = 161,12 m²) en bosque de colina.

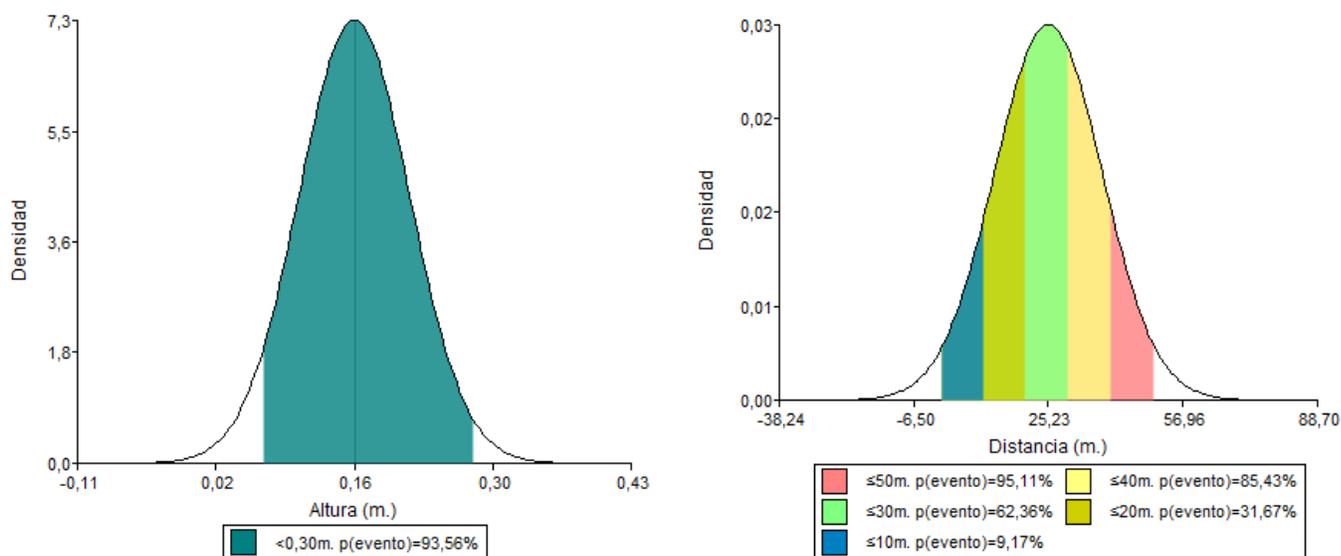


Figura 06. Gráficos de función de densidad para probabilidad de ocurrencia en plántulas de *C. cateniformis* en función a su altura (<0,30 m) y distancia de dispersión [0 -50 m].

En la figura 07. Se observa una probabilidad de 88,91% de encontrar un brinjal de *C. cateniformis* que mida entre 0,30 y 1,40 m de altura, con una medida de posición (media = 0,60 m) y una medida de dispersión (varianza = 0,06 m²). Asimismo, existe una probabilidad de 99,16; 98,70; 90,36; 53,34 y 11,80% de lograr encontrar un brinjal de *C. cateniformis* a una distancia < de 50; 40; 30; 20 y 10 m

respectivamente, con medida de posición (media = 19,16 m) y una medida de dispersión (varianza = 64,16 m²) en bosque de colina.

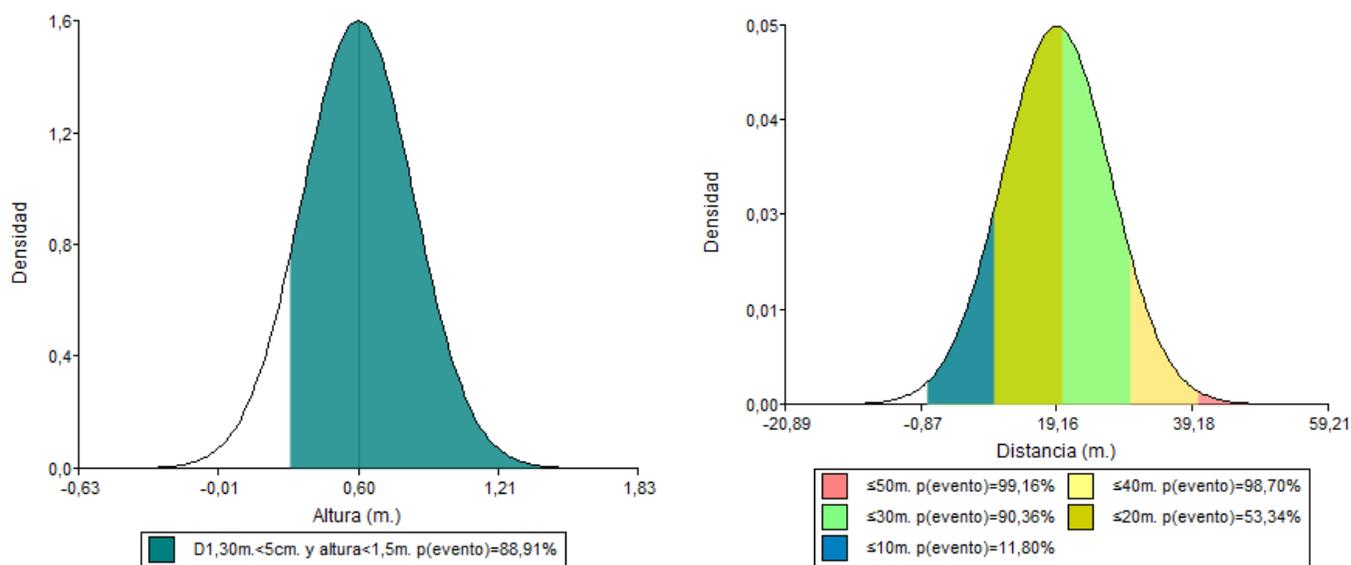


Figura 07. Gráficos de función de densidad para probabilidad de ocurrencia en brinzales de *C. cateniformis* en función a su altura (D1,30 m < 5 cm y altura < 1,5 m) y distancia de dispersión [0 -50 m].

En la figura 08. Se observa una probabilidad de 78,25% de encontrar un latizal de *C. cateniformis* que mida entre 1,50 y 6,10 m de altura, con una medida de posición (media = 2,49 m) y una medida de dispersión (varianza = 1,58 m²). Asimismo, existe una probabilidad de 93,20; 93,02; 89,66; 69,25 y 27,97% de lograr encontrar un latizal de *C. cateniformis* a una distancia < de 50; 40; 30; 20 y 10 m respectivamente, con medida de posición (media = 13,56 m) y una medida de dispersión (varianza = 82,74 m²) en bosque de colina.

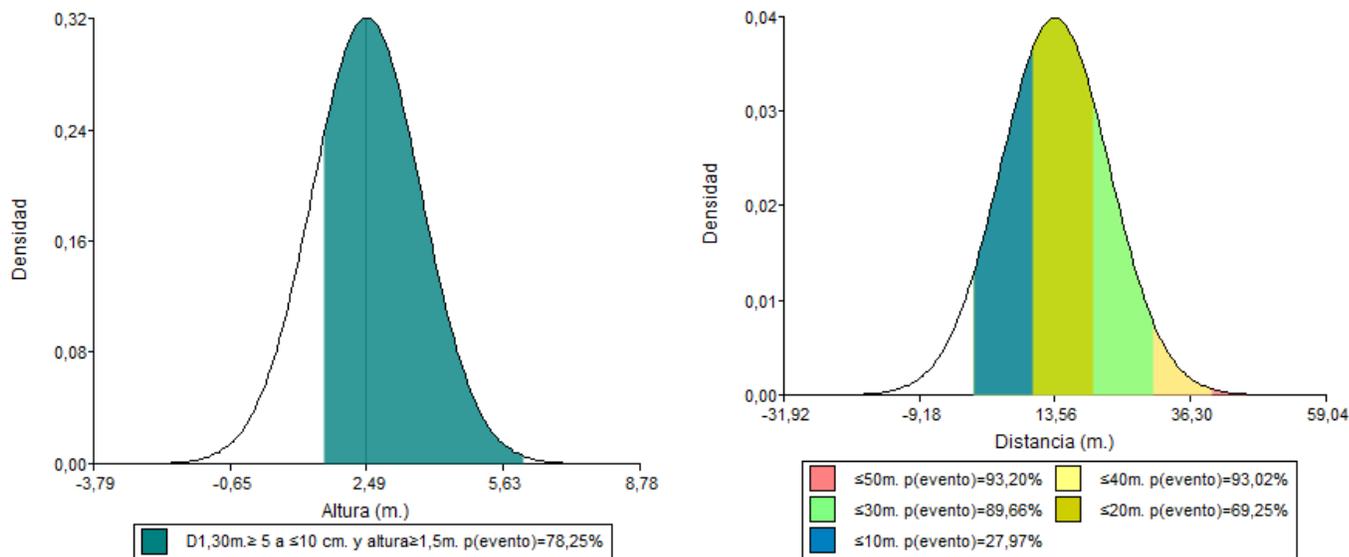


Figura 08. Gráficos de función de densidad para probabilidad de ocurrencia en latizales de *C. cateniformis* en función a su altura (D1,30 m \geq 5 a \leq 10 cm y altura \geq 1,5 m) y distancia de dispersión [0 -50 m].

4.3. Correlación entre altura e iluminancia de regeneración natural de *C. cateniformis* en bosque de colina.

En el cuadro 06. Se visualiza que el coeficiente de correlación con valores de [-1;1], asimismo, se registró una correlación no significativa entre la altura e iluminancia para las categorías y tipos de colina, a excepción de los latizales en colina baja, presenta correlación significativa que se encuentra cercano a (-1).

Para el caso de la regeneración natural de los árboles semilleros evaluados (colina baja) categoría plántula y (colina alta) para las categorías plántula y latizal existe una correlación positiva baja entre la altura y la luminancia, con un

coeficiente de correlación de Spearman en el intervalo [0 a 0,25], nos indica que mientras aumenta la incidencia de la luz también aumenta la altura, representando una recta creciente (Cuadro 06 y Figura 09 y11).

Asimismo, para (colina baja) categoría brinzal y (colina media) plántula y brinzal existe una correlación negativa baja entre la altura y la iluminancia, con un coeficiente de correlación de Spearman en el intervalo [0 a -0,25], nos indica que mientras aumenta la intensidad de la luz disminuye la altura, representando una recta decreciente. Por último, para la colina baja y media en la categoría latizal existe una correlación negativa moderada y alta respectivamente entre la altura y la iluminancia, con un coeficiente de correlación de Spearman en el intervalo [- 0,5; a 1], nos indica que mientras aumenta la intensidad de la luz también disminuye la altura, representando una recta decreciente (Cuadro 06 y Figura 09 y 10).

Cuadro 06. Coeficientes de correlación de Pearson en regeneración natural de acuerdo al tipo de colina.

Colina	Categoría	Variable ₁ (m)	Variable ₂ (lm/m ²)	n	rho	p-valor
Baja	Plántula	Altura	Iluminancia	75	0,01	0,9847
	Brinzal	Altura	Iluminancia	31	- 0,07	0,7063
	Latizal	Altura	Iluminancia	9	- 0,77	0,0143
Media	Plántula	Altura	Iluminancia	417	- 0,03	0,5484
	Brinzal	Altura	Iluminancia	116	- 0,14	0,1292
	Latizal	Altura	Iluminancia	5	- 0,55	0,3363
Alta	Plántula	Altura	Iluminancia	9	0,11	0,7720
	Brinzal	Altura	Iluminancia	12	0,18	0,5768
	Latizal	-	-	-	-	-

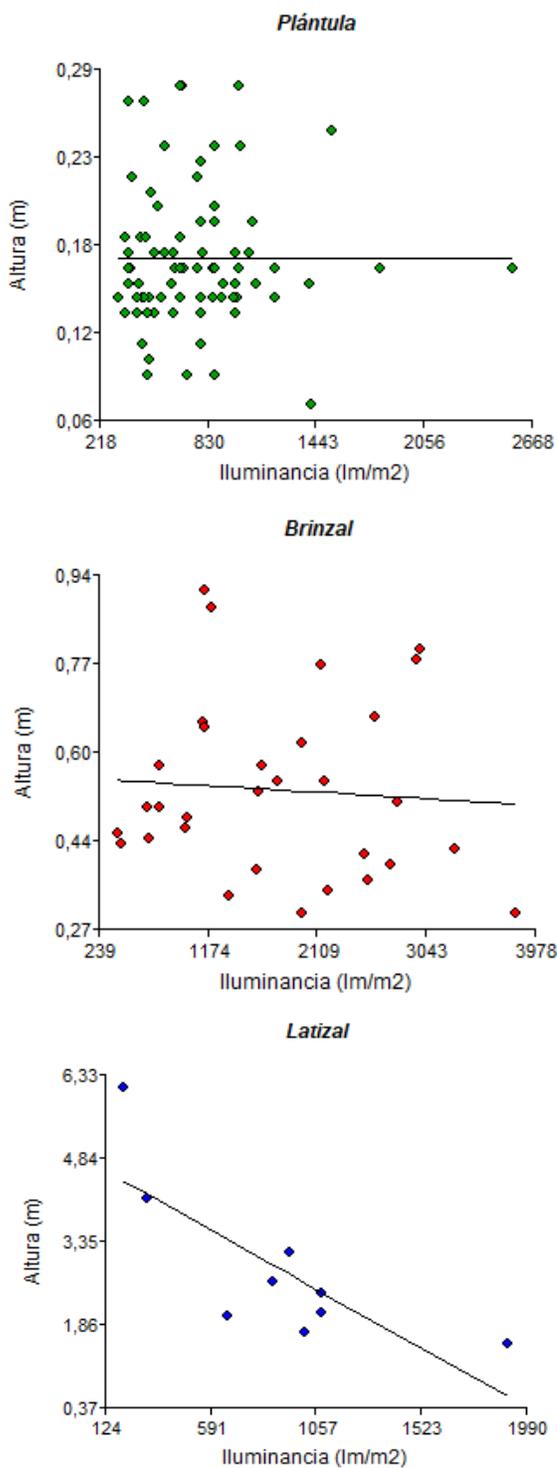


Figura 09. Diagramas de dispersión de altura (m) versus iluminancia (lm/m²) en colina baja.

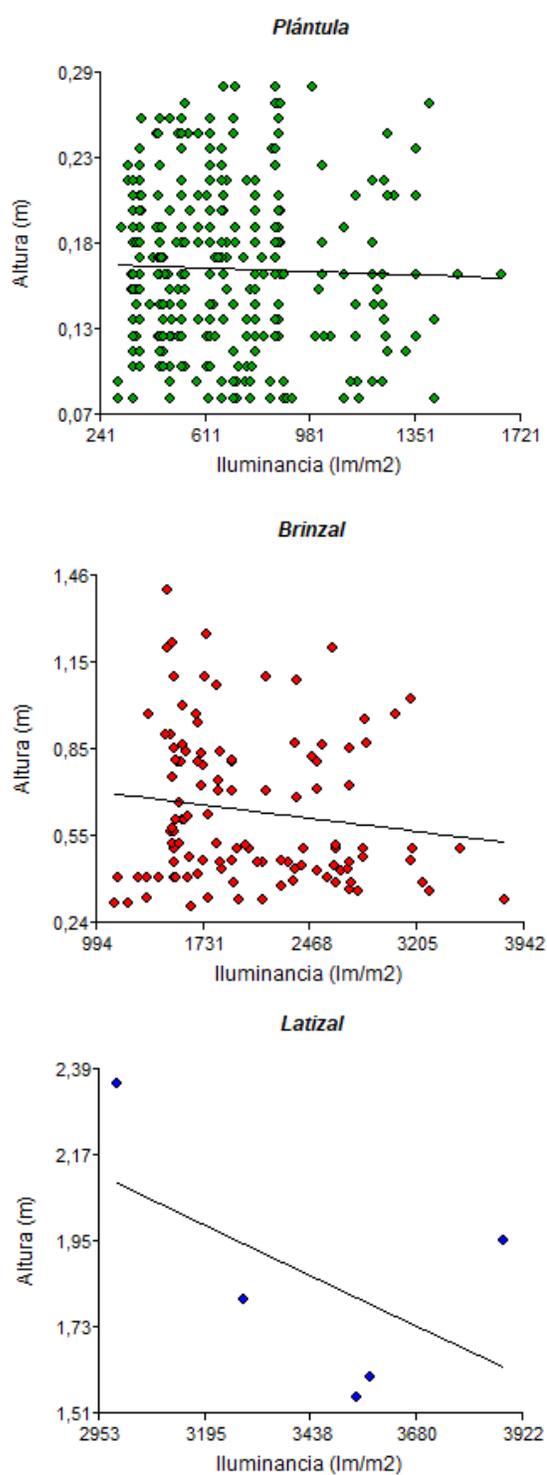


Figura 10. Diagramas de dispersión de altura (m) versus iluminancia (lm/m²) en colina media.

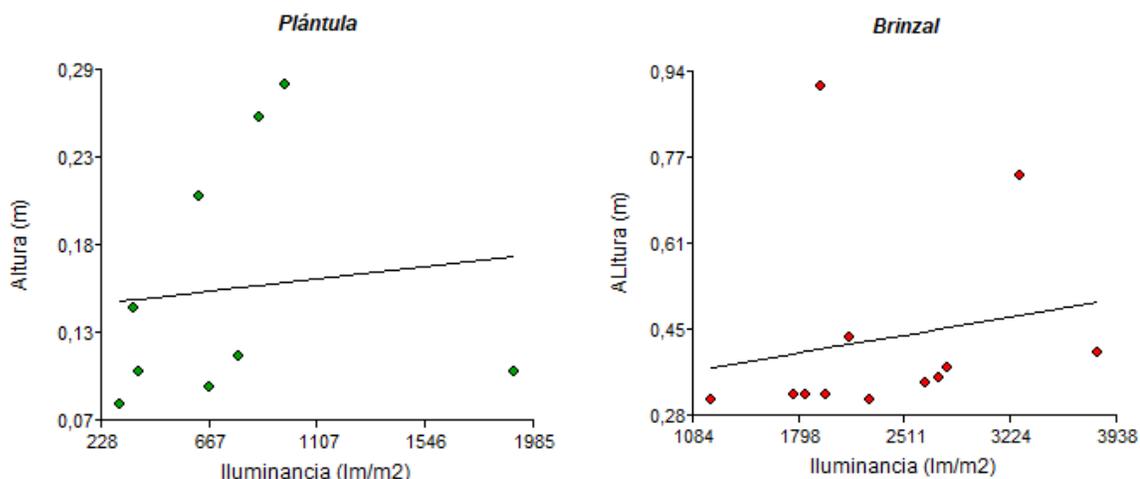


Figura 11. Diagramas de dispersión de altura (m) versus iluminancia (lm/m²) en colina alta.

En el cuadro 07. Se visualiza que, en el bosque de colina del BRUNAS, a mayor altitud aumenta la iluminancia para las tres categorías (plántulas, brinzales y latizales), a su vez a menor número de individuos aumenta la altura de la regeneración natural de *C. cateniformis*.

Cuadro 07. altura e Iluminancia en función al número de individuos de regeneración natural de acuerdo al tipo de colina

Categoría	Estadísticos	Tipos de colina		
		Colina baja	Colina media	Colina alta
Plántula	Nº individuo	75	417	9
	Altura (m)	0,17 ± 0,01	0,16 ± 0,003	0,15 ± 0,03
	Iluminancia (lm/m ₂)	764,23 ± 42,41	650,36 ± 12,77	766,33 ± 162,54
Brinzal	Nº individuo	31	116	12
	Altura (m)	0,53 ± 0,03	0,63 ± 0,02	0,43 ± 0,06
	Iluminancia (lm/m ₂)	1775,70 ± 163,75	2049,03 ± 53,27	2372,58 ± 207,53
Latizal	Nº individuo	9	5	-
	Altura (m)	2,85 ± 0,49	1,85 ± 0,14	-
	Iluminancia (lm/m ₂)	897,89 ± 165,57	3456,00 ± 148,44	-

V. DISCUSIÓN

5.1. De la abundancia de regeneración natural de *C. cateniformis* en sus tres categorías y tres tipos de colina.

Luego de la ejecución de la investigación y realizado el análisis sobre la importancia de la estructura poblacional de la regeneración natural de *C. cateniformis*, del Bosque Reservado de la UNAS, el objetivo principal de la investigación es corroborado por (Gallego & Finegan, 2004), al referirse que las estructuras poblacionales son un componente importante de la evaluación de las especies. Las variables evaluadas en la investigación consistieron en la medición de la abundancia de regeneración natural de *C. cateniformis* en sus tres categorías y tres tipos de colina, probabilidad de ocurrencia según la distancia de dispersión alcanzado para las diferentes categorías y la correlación que existe entre las variables de altura e iluminancia de la regeneración natural en bosque de colina.

En el cuadro 04, se muestra la abundancia de la regeneración natural en sus tres categorías y los tres tipos de colina, con mayor porcentaje en la categoría plántula con 74,33%, en comparación de los brinzales y latizales con menor porcentaje. Asimismo, se observa mayor abundancia en bosque de colina media y baja con 417 y 75 plántulas respectivamente, seguido de los brinzales en colina

media, y con abundancia relativa a nivel de tipos de colina, se encontró mayor regeneración en la colina media con 79,82%, frente a colina baja y alta con menor porcentaje.

De las tres categorías evaluadas la que presenta mayor abundancia fueron la plántulas seguido de los brinzales y latizales, lo cual es corroborado por (Paucar, 2011) afirmando que, la regeneración natural de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke en el bosque intervenido de la comunidad nativa de Catungo Quimpiri – Río Tambo, en cuanto a la frecuencia la categoría que mayor número de individuos tiene es el brinzal haciendo un total de 95,53 %; latizal con 2,91 % y fustal con un 1,57 %, así mismo la regeneración natural en el estrato medio fue de 67,34 %, 20,58 % y 12,08 % en los estratos bajo y alto respectivamente. También existe mayor presencia de brinzales en los tres estratos altitudinales, con la particularidad de que en el estrato medio existe mayor abundancia de regeneración

PEDIC (2008) menciona que, en los bosques del río Algodón tiene alrededor, se encontró la regeneración natural de 12102,4 brinzales/ha; 2490,8 latizales/ha y aproximadamente de 360 fustales/ha.

Aguirre, Díaz, & Aguirre (2010) realizaron un monitoreo de regeneración natural de la especie *C. cateniformis*, encontrando que el porcentaje de individuos en promedio para la categoría silvicultura de plántula fue de 83,33 % (45 individuos) y en la categoría silvicultural brinzal fue de 16,67 % (9 individuos).

Asimismo, (Rojas & Tello, 2006) menciona que, en Santa Mercedes – río Putumayo, mediante un estudio de regeneración natural, encontró un total de 126 especies, entre las categorías de brinzal (28537), latizal (3060) y fustal con 1630 ind./ha, predominando el de menor categoría.

Por lo tanto, lo mencionado y los resultados obtenidos por los diferentes autores, se puede asemejan a los resultados de la investigación.

5.2. De la probabilidad de ocurrencia de regeneración natural de *C. cateniformis* en función a su altura y distancia de dispersión en sus tres categorías y tres tipos de colina.

Para que exista una probabilidad de hallar un individuo y sea la misma en todos los puntos del área, es forzoso que toda esta área brinde las mismas condiciones. Existen muchas causas posibles de la formación de un patrón agregado, tales como el rebrote luego de la cosecha de los árboles o cuando se producen espacios de luz, lo cual ayuda la instalación de regeneración natural.

En los resultados podemos observar que en un bosque de colina existe una probabilidad de 93,56% de encontrar una plántula, 88,91% de encontrar un brinzal y 78,25% de encontrar un latizal de *C. cateniformis*. Asimismo, a mayor distancia de alcance en el intervalo [0 a 50m.], de la regeneración natural (plántula, brinzal y latizal) respecto al árbol semillero, existe mayor probabilidad de encontrar un individuo, esto se da porque existe mayor coeficiente de variación en la variable

altura y distancia para los latizales seguido de los brinzales y plántulas. Asimismo, Aguirre *et al.* (2010) realizó monitoreo de regeneración natural de la especie Tornillo (*Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke), encontrando que la regeneración se logra dispersar hasta los 50 m de distancia del centro del árbol.

Los resultados obtenidos son corroborados por (Lamprecht, 1990), manifestando que en el bosque tropical presenta gran cantidad de especies y la composición florística constantemente es cambiante entre un lugar u otro. Si bien el número de especies es realmente alto, las más abundantes poseen altos valores de frecuencia.

De La Quintana (2005) sugiere que la curva de “J invertida” encontrada en otros y en su trabajo de investigación, declina en la frecuencia de aparición de los individuos a medida que incrementan el tamaño y grosor de los árboles y que esta disminución progresiva se explica por la dinámica del crecimiento y mortalidad y los replazos que tiene la estructura del bosque.

Gonzales (2001) evaluó dos parcelas de crecimiento en los bosques productivos de la comunidad nativa de Santa Mercedes, río Putumayo, hallandose que la composición florística de la parcela A está conformada por 604 individuos con 202 especies. En la parcela B encontró 851 con 240 especies diferentes. Se puede observar que la cantidad de individuos no determina la frecuencia en diferentes pisos ecológicos y que esto está en función al coeficiente de variación (dispersión de las especies).

5.3. Sobre la correlación entre altura e iluminancia de regeneración natural de *C. cateniformis* en bosque de colina.

Según los resultados obtenidos, se registró una correlación estadísticamente no significativa entre la altura y la iluminancia en las diferentes categorías y tipo de colina, a excepción de los latizales en colina baja que presenta una correlación significativa.

Para el caso de la regeneración natural de los árboles semilleros evaluados (colina baja) plántula y (colina alta) plántulas y latizales existe una correlación positiva baja, con ρ de [0 - 0,25], nos indica que mientras aumenta la incidencia de la luz también aumenta la altura.

Asimismo, para (colina baja) brinzales y (colina media) plántulas y brinzales existe una correlación negativa baja, con ρ de [0 a 0,25], nos indica que mientras aumenta la intensidad de la luz disminuye la altura, representando una recta decreciente. Por último, para la colina baja y media en la categoría latizal existe una correlación negativa moderada y alta respectivamente entre la altura y la iluminancia, con ρ de [- 0,5 a -1], nos indica que mientras aumenta la intensidad de la luz también disminuye la altura, representando una recta decreciente.

Al respecto (Wadsworth, 2000) afirma que, con un gran requerimiento de luz, existe una lucha por la luz en los aclareos que se presentan fortuitamente por la caída de un árbol, se da un rápido crecimiento inicial es propio de especies

como *C. cateniformis*. Así mismo (Maruyama, 1987) menciona que, la especie *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke en una etapa temprana, por poco tiempo, tolera la sombra, luego demanda grandes cantidades de luz para su desarrollo.

Aguirre, Díaz, & Aguirre (2010) realizaron un monitoreo de regeneración natural de la especie *C. cateniformis*, encontrando que el tipo de iluminación de copa que recibe la regeneración natural de tornillo en la categoría de plántula es en su mayoría es la nada directa 70.36%, en la categoría silvicultural de brinzal iluminación oblicua 57.08%. En promedio la regeneración natural en total recibe el tipo de, nada directa 54.89%.

En el bosque de colina del BRUNAS, se sabe que la regeneración del tornillo son esciofitas en su primera etapa que son tolerantes a la sombra y posteriormente según van creciendo se vuelven heliofitas necesitando progresivamente la luminosidad. Al respecto (Fredericksen & Mostacedo, 2000). Manifiesta que el porcentaje de cobertura del dosel varía según la categoría de regeneración natural.

Wadsworth (2000) manifiesta que, antes de realizar un tratamiento silvicultural específico se ha determinado de forma confiable la abundancia de plántulas. Muchos de los éxitos más grandes registrados en cuanto a la regeneración natural ocurren en sitios j donde los nuevos árboles aparecieron antes de que se efectuaran tratamientos.

Antes de realizar el trabajo de investigación no se realizó ningún tratamiento silvicultural en las parcelas observando que la abundancia de la regeneración natural fue disminuyendo a medida que aumenta la altura de la regeneración natural, donde llega un punto en que el tornillo tiene la necesidad de mayor iluminación para su crecimiento y exista poca mortalidad.

VI. CONCLUSIONES

- La mayor abundancia de regeneración natural de *C. cateniformis*, con mayor porcentaje fue la categoría plántula con 74,33%, con mayor número de plántula (colina media) 417 y (colina baja) 75 individuos, seguido de brinzales (colina media y baja) 116 y 31 individuos respectivamente, en comparación de la colina alta menor individuos. Asimismo, mayor regeneración (colina media) 79,82%, (colina baja y alta) 17,06% y 3,12% respectivamente.
- Existe una probabilidad de ocurrencia de 93,56% de encontrar plántulas; 88,91% brinzales y 78,25% latizales. Asimismo, existe una probabilidad mayor con 95,11% y menor con 9,17% de lograr encontrar plántulas a una distancia <50 y 10 m; 99,16 y 11,80% brinzales < 50 y 10 m y 93,20 y 27,97% de lograr encontrar un latizal <50 y 10 m respectivamente.
- Existe una correlación no significativa entre la altura e iluminancia, excepto en latizales de colina baja. Para (colina baja) plántulas y (colina alta) plántula y latizal existe una correlación positiva baja, nos indica que a mayor incidencia de luz mayor altura. Asimismo, (colina baja) brinzales y (colina media) plántulas y brinzales existe una correlación negativa baja. Por último, para la colina baja y media en la categoría latizal existe una correlación negativa moderada y alta respectivamente, para ambos casos nos indica que a mayor intensidad de luz mayor altura.

VII. RECOMENDACIONES

- Fomentar trabajos de investigación sobre el comportamiento de la regeneración natural de *C. cateniformis* en bosques intervenidos y un monitoreo permanente del estado fenológico de la especie para determinar con exactitud la cantidad de regeneración natural durante cada período fenológico.
- Dada la importancia ecológica y económica del *C. cateniformis* y por ser una especie cosmopolita, es necesario en sitios que aún tienen árboles semilleros se promueva el control de la apertura del dosel para incrementar la regeneración del *C. cateniformis*, dado que la especie no tolera una buena cantidad de luz en su etapa inicial y de esta manera asegurar el crecimiento y desarrollo de las plantas hacia el estado adulto que, si requieren de luz, permitiendo la sostenibilidad de la especie.
- Considerar la calidad y la cantidad de los árboles semilleros del *C. cateniformis*, para continuar con el monitoreo en las parcelas, especialmente para evaluar y entender la ecología y la dinámica de la especie ante el cambio climático relacionando los diferentes parámetros de la población con datos climáticos.

**POPULATION STRUCTURE OF THE NATURAL REGENERATION OF THE
TORNILLO (*Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke.) IN TINGO MARIA HILL
FORESTS**

VIII. ABSTRACT

The research was carried out in the Reserved Forest of the National Agrarian University of La Selva (BRUNAS), with an area of 217.22 hectares, within which are three circular plots of 7,854 m² in low hill, middle hill and high hill. The objective was to analyze the population structure of the natural regeneration of *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke in the seedling, latizal and fustal category in each plot. Greater abundance was determined in the seedling category with 74.33% of the three plots, with higher Seedling number (middle hill) 417 and (low hill) 75 individuals, followed by seedlings (middle and low hill) 116 and 31 individuals respectively, compared to the individual minor high hill. Also, the mayor regeneration in average hill with 79.82%. With a 93.56% probability of occurrence of finding seedlings; 88.91% saplings and 78.25% latizales. A higher probability of finding natural regeneration is estimated as the dispersion range of natural regeneration in hill forest increases. There is a non-significant statistical correlation between height and illuminance, except in low hill Lattice with a moderate negative correlation, indicating a higher light intensity, higher height, in comparison to seedlings and saplings, while the light intensity increases, the height is lower.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, C., Díaz, E., & Aguirre, L. (2010). Monitoreo de la regeneración natural de Tornillo (*Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke) en el Bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) – Tingo María. *La Revista Investigación y Amazonia (RevIA)*, 17.
- Aguirre, Z. (2010). *Guía para estudios de composición florística, estructura y diversidad de la vegetación natural*. Sucre, Bolivia: Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca.
- APG (Grupo Para La Filogenia de las Angiospermas). (2009). *Sistema de clasificación APG III*. EFN. Obtenido de http://herbario.udistrital.edu.co/herbario/images/stories/apg_2010.pdf
- Armancio, O. (1995). *Formas de trasplante y tamaño óptimo de brinzales de regeneración natural de Cedrelinga cateniformis. Ducke. (Tornillo en plantaciones en la zona de Tingo María)*. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María.
- Balzarini, M., Gonzalez, L., Tablada, M., Casanoves, F., & Di Rienzo, J. (2008). *InfoStat Software Estadístico Manual del Usuario*. Córdoba, Argentina: Brujas.
- Bonifacio M., C., & Thimoty J., K. (1997). Estructura y composición florística del Cerrado en el Parque Nacional Noel Kempff Mercado, Santa Cruz, Bolivia .

Boletín de la Sociedad Botánica de México 60: 25-43, 43. doi: 10.17129/botsci.1517

Castillo, C. (2015). *Ecuación alométricas para estimar biomasa, carbono aéreo almacenado y dióxido de carbono capturado en pino chuncho (Schizolobium parahyba (Vell.) S.F Blake)*. Tesis Ing. Forestal, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Ciencias Forestales, Tingo María.

Chave, J. (2005). *Medición de la altura del árbol, para árboles tropicales manual de campo*. PAN-AMAZONIA Proyecto de Avance de las Redes Científicas en el Amazonas, Université Paul Sabatier, Lab. Evolution et Diversité Biologique, Toulouse, France. Obtenido de [http://www.rainfor.org/upload/ManualsSpanish/TreeHeight_spanish\[1\].pdf](http://www.rainfor.org/upload/ManualsSpanish/TreeHeight_spanish[1].pdf)

De La Quintana, D. (2005). Diversidad florística y estructura de una parcela permanente en un bosque amazónico preandino del sector del Río Hondo, Área Natural de Manejo Integrado Madidi (La Paz, Bolivia). *Ecología en Bolivia*, Vol. 40(3)(418-442), 25. Obtenido de <http://ecologiaenbolivia.com/documents/16Hondo40-3.pdf>

Fredericksen, T., & Mostacedo, B. (2000). *Regeneración y Silvicultura de bosques tropicales en Bolivia*. Santa Cruz: BOLFOR.

Gallego, B., & Finegan, B. (2004). Evaluación de enfoques para la definición de especies arbóreas indicadoras para el monitoreo de la biodiversidad en un paisaje fragmentado del Corredor Biológico Mesoamericano. *Revista recursos naturales y ambiente*. Marzo 2004. (41) p. 49-61., 13. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11554/6986>

Gonzales, E. (2001). *Establecimiento y Evaluación de parcelas de crecimiento de los Bosques Productivos de la Comunidad de Santa Mercedes. Rio Putumayo-Peú*. Tesis Ing. Universidad Nacional Amazonía Peruana, Iquitos.

- INRENA (Instituto Nacional De Recursos Naturales). (1994). *Guía explicativa del Mapa Forestal 1995*. INR-49DGF, INRENA, Lima.
- Kimmins, J. (2004). *Forest Ecology: A Foundation for Sustainable Forest Management and Environmental Ethics in Forestry* (3 ed.). London: Prentice Hall, 2004.
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos : los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas ; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido*. (1. TZ-Verlag-Ges., Ed.) Eschborn : Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit.
- López, R. (1985). Estudio silvicultural del tornillo (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke). *Revista Forestal del Perú*, v.10(1-2);1-7, 7. Obtenido de https://www.doc-developpement-durable.org/file/Arbres-Bois-de-Rapport-Reforestation/FICHES_ARBRES/Cedrelinga%20catenaeformis/ESTUDIO%20SILVICULTURAL%20DEL%20TORNILLO.pdf
- Malleux, J. (1982). *Inventarios forestales en bosques tropicales*. (U. N. Molina", Ed.) Lima, Perú.
- Marcos, C. (1996). *Plan maestro para el establecimiento de un arboreto en el BRUNAS*. Tesis Ing. en Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Ciencias Forestales, Tingo María. Obtenido de <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/944/T.FRS-10.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martínez, M. (1994). Regeneración natural y diversidad de especies arbóreas en selvas húmedas. *Rev. Bol. Soc. Bot*, 179-224.
- Martínez, R., Tuya, L., Martínez, M., Pérez, A., & Cánovas, A. (2009). El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman caracterización. *Revista Habanera*

de *Ciencias Médicas*, vol. 8(núm. 2), 1-20. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1804/180414044017>

Maruyama, E. (1987). *Manejo de regeneración natural de tornillo (Cedrelinga catenaeformis Ducke) en la zona forestal de Alexander von Humboldt*. Documento de trabajo N° 03. INFOR – COTESU.

MINAM (Ministerio del Ambiente). (2015). *Guía de inventario de la flora y vegetación*. Ministerio del Ambiente. Lima: Zona Comunicaciones S. A. C. Obtenido de <http://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/GU%C3%83-A-DE-FLORA-Y-VEGETACI%C3%83%E2%80%9CN.compressed.pdf>

OIMT (Organización Internacional de Maderas Tropicales) . (2002). *Directrices de la OIMT para la restauración, ordenación y rehabilitación de bosques tropicales secundarios degradados*. Medellín, Colombia: Serie OIMT de políticas Forestales N° 13.

Orozco, L., & Brumer, C. (2002). *Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central*. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Obtenido de http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/2600/Inventarios_forestales_para_bosques_latifoliados.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Paucar, S. (2011). *Regeneración natural de Cedrelinga catenaeformis Ducke en bosque intervenido de la comunidad nativa Catungo Quimpiri - Río Tambo - Junín*. Tesis Ing. Ciencias Agrarias Especialidad de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional del Centro del Perú, Satipo. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/4015>

- PEDIC (Proyecto Especial Binacional Desarrollo Integral de la Cuenca del Río Putumayo). (2008). *Diagnóstico Ambiental del Componente Forestal Zonificación Ecológica Económica Bellavista – Mazán*. Loreto: Dirección Ejecutiva OPP-PEDICP.
- Pinelo, G. (2000). *Manual para el establecimiento de parcelas permanentes de muestreo en la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala*. Turrialba, Costa Rica: Catie.
- Prodan, M., Peters, R., Cox, F., & Real, P. (1997). *Mensura forestal*. (S. I. Sostenible, Ed.) San Jose, Costa Rica: Agroamerica. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=0BfaTECpREEC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Puerta, R. (2007). *Modelo digital de elevación del bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva*. Tesis Maestro en Ciencias en Agroecología Mención Gestión Ambiental, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Ciencias Forestales, Tingo María.
- Quirós, D., & Finegan, B. (1994). *Manejo sustentable de un bosque natural tropical en Costa Rica*. Colección Silvicultural y Manejo de Bosques Naturales, Cooperación Zuisza al Desarrollo COSUDE, Costa Rica, Turrialba. Obtenido de http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/2987/Manejo_sustentable_de_un_bosque_natural_tropical.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Ramírez, J., Cahuaya, C., & Mariscal, J. (2005). *Guía metodológica de Parcelas Permanentes de Muestreo PPM's*. La Paz, Bolivia: Viceministerio de Recursos Naturales y Ambientales.

- Rivas, D. (2006). *Instrumentos de medición forestal. Sistema de Producción Forestal* (segunda ed.). México.
- Rodríguez, W. (2000). *Estudio cuantitativo de la diversidad forestal del BRUNAS*. Tesis Ing. en recursos Naturales Renovables - Mención Forestales, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Ciencias Forestales, Tingo María. Obtenido de <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/567>
- Rojas, R., & Tello, R. (2006). Abundancia y stock de la regeneración natural de especies forestales en el bosque Varillal del CIEFOR, Iquitos, Perú. 18. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/330886805>
- Rollet, B. (1980). *Ecosistemas de los bosques tropicales: informe sobre el estado de conocimientos*. Madrid, Francia: UNESCO/PNUMA/FAO.
- Romahn, C., & Ramírez, H. (2010). *Dendrometría*. Universidad Autónoma de Chapingo, División de Ciencias Forestales, México. Obtenido de <http://dicifo.chapingo.mx/pdf/publicaciones/dendrometria.pdf>
- Salcedo, G. (1986). *Estudio ecológico y estructural del bosque "Los Espaveles"*. Tesis Magister Scientiae, Universidad de Costa Rica, Costa Rica. Obtenido de http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5000/Estudio_ecologico_y_estructural.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Serrada, R. (2003). Regeneración natural: Situaciones, concepto, factores y evaluación. *Cuadernos De La Sociedad Española De Ciencias Forestales*, (15), 15. doi:<https://doi.org/10.31167/csef.v0i15.9313>
- Tovar, A. (2000). *Diccionario: ecológico, forestal, ambiental, recursos naturales, conservación*. (2. Concytec (Consejo nacional de ciencia y tecnología), Ed.)

- Valla, J. (2007). *Botánica: Morfología de las plantas superiores* (Vol. 19ª ed). Buenos Aires, Argentina: Hemisferio Sur, 1985.
- Wadsworth, F. (2000). *Producción Forestal para América Tropical* (Vol. 1 ed). (S. F. Departamento de Agricultura de los EE.UU., Ed.) Ohio. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=i6b9gDGCZ68C&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- ZEE (Zonificación Ecológica Económica de la Región Junín). (2015). *Memoria descriptiva del estudio de fisiografía del departamento de Junín a escala 1:100000*. Gobierno Regional Junín, Junín. Obtenido de http://siar.regionjunin.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/medio_cultural_-_estudio_sociocultural.pdf

ANEXO

Anexo 1. Arbole semilleros y regeneración natural de *C. cateniformis*

Cuadro 08. Coordenadas de árboles semilleros del BRUNAS.

SP	Código	d.a.p. (cm)	UTM_E	UTM_N	Altitud
1	SP1-S1	103.77	391332	8970042	750
2	SP1-S2	83.33	391166	8969791	723
3	SP1-S3	103.45	390990	8969892	714
4	SP1-S4	90.72	391327	8970050	795
5	SP1-S5	97.66	391333	8970162	789
6	SP1-S6	95.17	391280	8970128	784
7	SP1-S7	121.91	391160	8970011	756
8	SP2-S1	87.85	390851	8969968	695
9	SP2-S2	79.58	390859	8970029	705
10	SP2-S3	87.98	390873	8970024	712
11	SP2-S4	78.46	390899	8970017	716
12	SP2-S5	88.24	391212	8969932	700
13	SP2-S7	107.72	391263	8970102	786
14	SP2-S6	154.06	391268	8970100	786
15	SP2-S8	122.68	390928	8970412	746
16	SP5-S1	88.49	390958	8971251	741
17	SP7-S1	93.77	391477	8970534	832
18	SP7-S2	128.28	391520	8970683	860
19	SP11-S1	91.80	391383	8970874	854
20	SP11-S2	87.54	391594	8971055	842
21	SP11-S3	79.90	391547	8971012	850

Cuadro 09. Evaluación de plántulas en tres tipos de colina - BRUNAS.

Tipo de colina	Código	Altura (m)	Distancia (m)	Iluminancia (lm/m ²)	Este	Norte
Colina baja	P 1	0,22	3,7	402	391212	8969936
	P 2	0,14	6,5	462	391218	8969929
	P 3	0,27	7,5	387	391205	8969930
	P 4	0,16	9,8	389	391204	8969926
	P 5	0,13	9	367	391211	8969941
	P 6	0,17	8,9	386	391204	8969929
	P 7	0,22	8,8	774	391208	8969924

Tipo de colina	Código	Altura (m)	Distancia (m)	Iluminancia (lm/m ²)	Este	Norte
	P 8	0,07	10	1420	391205	8969925
	P 9	0,14	9,1	497	391212	8969941
	P 10	0,13	5,9	431	391215	8969937
	P 11	0,18	17	453	391229	8969935
	P 12	0,15	15,8	629	391220	8969946
	P 13	0,18	16	361	391225	8969941
	P 14	0,15	16	384	391217	8969947
	P 15	0,14	15	1217	391225	8969939
	P 16	0,14	14,4	1001	391225	8969938
	P 17	0,09	14,5	713	391219	8969945
	P 18	0,16	14,7	2557	391226	8969936
	P 19	0,14	17	467	391222	8969946
	P 20	0,10	17,1	497	391224	8969944
	P 21	0,16	17,8	770	391227	8969942
	P 22	0,14	17,5	980	391227	8969941
	P 23	0,16	15,5	860	391227	8969937
	P 24	0,17	15,1	990	391217	8969946
	P 25	0,11	19,9	790	391213	8969952
Colina baja	P 26	0,11	14,8	460	391227	8969934
	P 27	0,09	15,5	490	391225	8969940
	P 28	0,17	15,7	530	391224	8969922
	P 29	0,16	15	380	391220	8969919
	P 30	0,15	15,3	440	391220	8969919
	P 31	0,13	13	530	391223	8969925
	P 32	0,19	13,5	1090	391218	8969920
	P 33	0,16	17,05	1810	391225	8969921
	P 34	0,14	12	329	391219	8969922
	P 35	0,14	11	570	391222	8969927
	P 36	0,14	11,5	680	391217	8969922
	P 37	0,14	12,5	790	391224	8969931
	P 38	0,20	15	870	391201	8969922
	P 39	0,13	16	989	391207	8969917
	P 40	0,16	15,1	650	391210	8969917
	P 41	0,19	16,2	869	391198	8969923
	P 42	0,18	16,1	675	391210	8969916
	P 43	0,18	16,8	479	391196	8969936
	P 44	0,17	18	640	391209	8969914
	P 45	0,17	19,85	802	391197	8969945

Tipo de colina	Código	Altura (m)	Distancia (m)	Iluminancia (lm/m ²)	Este	Norte
	P 46	0,17	19	1064	391211	8969951
	P 47	0,21	19,1	510	391211	8969951
	P 48	0,13	19,8	490	391207	8969913
	P 49	0,14	18,9	430	391194	8969926
	P 50	0,13	18	640	391200	8969919
	P 51	0,16	18,8	1010	391207	8969914
	P 52	0,15	16	920	391211	8969948
	P 53	0,15	15	985	391211	8969947
	P 54	0,13	16,1	792	391203	8969919
	P 55	0,14	14	860	391205	8969920
	P 56	0,16	14,05	874	391211	8969946
	P 57	0,16	17,5	697	391210	8969949
	P 58	0,19	16	798	391208	8969947
	P 59	0,20	16,3	550	391196	8969937
	P 60	0,15	17,8	1110	391194	8969935
Colina baja	P 61	0,17	16,8	590	391201	8969945
	P 62	0,14	16	910	391203	8969945
	P 63	0,09	17,8	870	391205	8969948
	P 64	0,23	14	790	391204	8969920
	P 65	0,15	10,2	1410	391203	8969927
	P 66	0,25	13,5	1540	391199	8969930
	P 67	0,16	13,5	1211	391206	8969920
	P 68	0,24	14,5	1014	391201	8969942
	P 69	0,28	14,5	1012	391210	8969918
	P 70	0,16	12,6	680	391201	8969939
	P 71	0,28	12,8	689	391204	8969942
	P 72	0,28	12,5	680	391203	8969924
	P 73	0,24	12,4	876	391211	8969944
	P 74	0,24	12,5	589	391207	8969920
	P 75	0,27	12,8	469	391211	8969919
	P 1	0,08	0,49	890	391332	8970042
	P 2	0,10	1,4	462	391333	8970041
	P 3	0,12	1,97	462	391334	8970041
Colina media	P 4	0,15	1,8	774	391334	8970041
	P 5	0,08	6,38	900	391336	8970037
	P 6	0,21	6,56	530	391336	8970037
	P 7	0,23	7,19	670	391337	8970036
	P 8	0,24	9,26	629	391338	8970035

Tipo de colina	Código	Altura (m)	Distancia (m)	Iluminancia (lm/m ²)	Este	Norte
	P 9	0,15	3,18	361	391333	8970045
	P 10	0,16	5,93	384	391336	8970047
	P 11	0,13	8,67	497	391332	8970051
	P 12	0,12	7,53	450	391333	8970049
	P 13	0,16	6,91	480	391332	8970049
	P 14	0,17	5,67	431	391337	8970044
	P 15	0,16	5,59	453	391337	8970044
	P 16	0,18	8,39	629	391338	8970047
	P 17	0,20	7,78	361	391335	8970049
	P 18	0,21	8,36	384	391337	8970048
	P 19	0,19	1,97	320	391334	8970043
	P 20	0,15	0,76	1217	391333	8970041
	P 21	0,28	2,79	990	391335	8970041
	P 22	0,24	1,84	850	391334	8970041
	P 23	0,26	1,99	713	391333	8970041
	P 24	0,18	3,1	792	391335	8970041
	P 25	0,24	2,42	860	391334	8970040
	P 26	0,27	4,29	874	391336	8970041
Colina media	P 27	0,09	3,24	726	391335	8970041
	P 28	0,12	7,59	462	391339	8970039
	P 29	0,13	8,05	530	391339	8970039
	P 30	0,15	6,61	520	391338	8970039
	P 31	0,09	7,75	580	391340	8970041
	P 32	0,08	1,7	624	391333	8970041
	P 33	0,12	2,33	620	391334	8970041
	P 34	0,16	5,55	453	391337	8970041
	P 35	0,19	6,71	629	391337	8970038
	P 36	0,22	4,67	361	391336	8970041
	P 37	0,24	4,71	530	391336	8970040
	P 38	0,27	9,7	540	391341	8970038
	P 39	0,22	4,65	689	391336	8970040
	P 40	0,20	1,73	680	391333	8970041
	P 41	0,20	4,34	876	391335	8970039
	P 42	0,18	4,34	589	391336	8970040
	P 43	0,21	9,2	620	391329	8970033
	P 44	0,22	1,48	792	391333	8970041
	P 45	0,27	9,84	860	391326	8970034
	P 46	0,26	9,74	874	391326	8970034

Tipo de colina	Código	Altura (m)	Distancia (m)	Iluminancia (lm/m ²)	Este	Norte
	P 47	0,17	9,78	810	391326	8970034
	P 48	0,14	9,65	640	391326	8970034
	P 49	0,14	9,6	1210	391326	8970035
	P 50	0,12	4,13	629	391330	8970038
	P 51	0,10	8,51	361	391329	8970034
	P 52	0,20	9,01	390	391328	8970034
	P 53	0,08	4,85	1420	391329	8970038
	P 54	0,09	4,89	713	391329	8970038
	P 55	0,09	6,03	490	391329	8970037
	P 56	0,13	15,33	870	391341	8970030
	P 57	0,12	14,96	820	391341	8970030
	P 58	0,19	11,23	792	391340	8970034
	P 59	0,17	15,2	860	391342	8970030
	P 60	0,18	15,24	874	391342	8970030
	P 61	0,16	11,24	820	391340	8970034
	P 62	0,16	11,61	1200	391341	8970034
	P 63	0,15	16,5	689	391343	8970030
	P 64	0,28	16,5	680	391343	8970030
Colina media	P 65	0,27	11,77	876	391341	8970034
	P 66	0,25	11,93	589	391341	8970034
	P 67	0,22	11,46	530	391340	8970034
	P 68	0,25	12,66	530	391341	8970033
	P 69	0,23	12,64	453	391341	8970033
	P 70	0,20	18,32	629	391344	8970028
	P 71	0,18	15,06	361	391345	8970034
	P 72	0,16	16,01	350	391343	8970031
	P 73	0,12	16,04	792	391343	8970031
	P 74	0,14	16,4	792	391344	8970030
	P 75	0,18	19,04	720	391347	8970031
	P 76	0,10	19,53	730	391348	8970031
	P 77	0,08	18,47	1100	391346	8970031
	P 78	0,09	19,22	720	391347	8970030
	P 79	0,08	19,79	627	391347	8970029
	P 80	0,08	17,89	623	391343	8970028
	P 81	0,12	13,54	462	391343	8970035
	P 82	0,08	13,03	920	391342	8970034
	P 83	0,09	14,37	840	391344	8970034
	P 84	0,16	12,24	530	391341	8970033

Tipo de colina	Código	Altura (m)	Distancia (m)	Iluminancia (lm/m ²)	Este	Norte
	P 85	0,08	14,65	713	391342	8970032
	P 86	0,09	13,77	490	391340	8970031
	P 87	0,08	19,9	1155	391348	8970030
	P 88	0,08	19,72	840	391348	8970031
	P 89	0,09	19,27	890	391349	8970032
	P 90	0,25	15,72	440	391341	8970029
	P 91	0,12	11	453	391332	8970053
	P 92	0,18	11,02	629	391333	8970053
	P 93	0,11	12,07	361	391339	8970052
	P 94	0,09	11,05	726	391334	8970053
	P 95	0,11	11,31	462	391334	8970053
	P 96	0,13	11,48	384	391334	8970053
	P 97	0,16	13,12	1100	391341	8970052
	P 98	0,09	19,71	726	391337	8970061
	P 99	0,14	19,65	710	391335	8970061
	P 100	0,09	14,48	726	391341	8970053
	P 101	0,08	14,55	726	391341	8970053
	P 102	0,09	16,2	713	391344	8970053
Colina media	P 103	0,10	17,81	490	391340	8970058
	P 104	0,13	17,51	1245	391333	8970059
	P 105	0,13	13,15	462	391339	8970053
	P 106	0,17	17,51	689	391333	8970059
	P 107	0,13	17,15	680	391337	8970058
	P 108	0,18	17,15	876	391337	8970058
	P 109	0,21	16,3	589	391333	8970058
	P 110	0,23	17,27	384	391334	8970059
	P 111	0,27	19,96	1402	391334	8970062
	P 112	0,09	16,05	752	391333	8970058
	P 113	0,25	18,02	555	391334	8970060
	P 114	0,10	19,41	453	391341	8970059
	P 115	0,14	14,39	629	391342	8970032
	P 116	0,19	10,77	361	391339	8970034
	P 117	0,15	15,54	350	391342	8970030
	P 118	0,13	14,84	462	391342	8970032
	P 119	0,12	15,09	530	391343	8970032
	P 120	0,10	18,39	540	391346	8970031
	P 121	0,17	18,49	467	391347	8970031
	P 122	0,12	18,62	497	391347	8970031

Tipo de colina	Código	Altura (m)	Distancia (m)	Iluminancia (lm/m ²)	Este	Norte
	P 123	0,09	18,97	752	391347	8970031
	P 124	0,08	13,24	713	391326	8970030
	P 125	0,15	19,68	490	391320	8970026
	P 126	0,09	16,28	1150	391324	8970028
	P 127	0,10	14,61	384	391322	8970031
	P 128	0,11	11,43	1320	391324	8970034
	P 129	0,09	11,26	1150	391324	8970034
	P 130	0,09	11,23	1200	391325	8970033
	P 131	0,13	18,42	462	391323	8970026
	P 132	0,14	18,47	420	391323	8970026
	P 133	0,18	21,44	689	391335	8970021
	P 134	0,16	23,06	680	391334	8970019
	P 135	0,16	20,78	876	391334	8970021
	P 136	0,13	21,75	589	391336	8970021
	P 137	0,25	23,99	520	391336	8970018
	P 138	0,09	24,61	713	391336	8970018
	P 139	0,26	24,62	490	391336	8970018
Colina media	P 140	0,14	24,78	1145	391336	8970018
	P 141	0,10	24,78	620	391336	8970018
	P 142	0,09	24,09	769	391336	8970018
	P 143	0,08	24,05	769	391337	8970018
	P 144	0,28	24,35	720	391337	8970018
	P 145	0,09	24,67	713	391337	8970018
	P 146	0,08	25,25	490	391338	8970017
	P 147	0,09	27,04	1125	391338	8970016
	P 148	0,21	27,13	1145	391338	8970016
	P 149	0,20	27,38	384	391338	8970015
	P 150	0,21	27,44	1278	391338	8970015
	P 151	0,22	27,13	689	391338	8970016
	P 152	0,21	28,64	680	391338	8970014
	P 153	0,20	26,85	876	391333	8970015
	P 154	0,19	26,91	589	391333	8970015
	P 155	0,17	27,94	384	391333	8970014
	P 156	0,15	28,04	1014	391333	8970014
	P 157	0,09	28,39	1235	391346	8970017
	P 158	0,08	25,96	308	391342	8970018
	P 159	0,09	22,69	670	391348	8970026
	P 160	0,10	22,49	630	391348	8970026

Tipo de colina	Código	Altura (m)	Distancia (m)	Iluminancia (lm/m ²)	Este	Norte
	P 161	0,25	21,99	530	391348	8970026
	P 162	0,18	22,1	453	391348	8970027
	P 163	0,25	25,58	629	391353	8970027
	P 164	0,12	25,53	361	391353	8970027
	P 165	0,12	27,24	1054	391333	8970069
	P 166	0,23	26,64	384	391333	8970069
	P 167	0,25	27,82	1258	391333	8970070
	P 168	0,09	26,03	670	391338	8970067
	P 169	0,08	25,91	670	391337	8970067
	P 170	0,14	29,17	713	391344	8970069
	P 171	0,10	26,81	462	391332	8970069
	P 172	0,08	26,46	670	391333	8970068
	P 173	0,09	26,09	840	391337	8970068
	P 174	0,11	29,14	792	391335	8970071
	P 175	0,12	24,78	860	391337	8970066
	P 176	0,14	25,66	874	391342	8970066
	P 177	0,08	28,49	713	391327	8970014
	P 178	0,14	29,9	490	391317	8970016
Colina media	P 179	0,12	29,98	1354	391317	8970016
	P 180	0,11	29,8	384	391317	8970016
	P 181	0,16	29,61	1654	391316	8970017
	P 182	0,08	29,74	713	391316	8970017
	P 183	0,09	29,85	713	391316	8970017
	P 184	0,08	29,45	308	391316	8970017
	P 185	0,09	28,64	308	391318	8970017
	P 186	0,14	26,02	530	391353	8970027
	P 187	0,18	26,6	453	391327	8970016
	P 188	0,23	26,63	629	391328	8970016
	P 189	0,08	26,43	361	391327	8970016
	P 190	0,11	26,51	713	391327	8970016
	P 191	0,25	27,07	713	391326	8970016
	P 192	0,08	27,13	308	391326	8970016
	P 193	0,13	26,98	384	391326	8970016
	P 194	0,24	27,25	1354	391325	8970016
	P 195	0,25	25,72	713	391324	8970018
	P 196	0,09	25,83	308	391323	8970018
	P 197	0,13	25,22	792	391324	8970018
	P 198	0,28	24,24	860	391323	8970020

Tipo de colina	Código	Altura (m)	Distancia (m)	Iluminancia (lm/m ²)	Este	Norte
	P 199	0,12	24,84	874	391320	8970020
	P 200	0,16	25,2	453	391320	8970020
	P 201	0,22	26,54	629	391316	8970021
	P 202	0,22	26,6	361	391316	8970021
	P 203	0,09	27,56	713	391315	8970020
	P 204	0,20	27,52	490	391315	8970020
	P 205	0,21	25,84	1354	391317	8970021
	P 206	0,10	25,95	530	391317	8970021
	P 207	0,08	26,2	713	391316	8970021
	P 208	0,11	25,88	1258	391317	8970021
	P 209	0,09	25,86	713	391317	8970021
	P 210	0,12	25,12	462	391318	8970021
	P 211	0,17	25,76	450	391317	8970021
	P 212	0,19	26,5	629	391315	8970021
	P 213	0,09	25,27	713	391317	8970021
	P 214	0,12	28,5	1247	391312	8970022
	P 215	0,15	28,6	384	391312	8970022
	P 216	0,15	28,14	1014	391312	8970022
Colina media	P 217	0,09	27,49	713	391313	8970022
	P 218	0,16	27,94	792	391313	8970022
	P 219	0,12	26,98	860	391314	8970022
	P 220	0,19	28,64	874	391312	8970022
	P 221	0,11	29,47	453	391311	8970022
	P222	0,22	31,43	629	391340	8970012
	P 223	0,16	34,49	361	391338	8970008
	P 224	0,12	36,34	1032	391335	8970006
	P 225	0,18	39,49	384	391337	8970003
	P 226	0,18	35,91	1025	391337	8970006
	P227	0,19	37,4	530	391339	8970005
	P228	0,17	37,51	670	391340	8970005
	P229	0,18	39,96	629	391340	8970003
	P230	0,22	34,49	361	391338	8970008
	P231	0,16	38,71	384	391340	8970004
	P232	0,26	34,25	390	391341	8970009
	P233	0,26	38,92	629	391343	8970005
	P234	0,13	38,96	792	391342	8970004
	P235	0,16	38,93	860	391342	8970004
	P236	0,20	39,54	874	391339	8970003

Tipo de colina	Código	Altura (m)	Distancia (m)	Iluminancia (lm/m ²)	Este	Norte
	P237	0,23	37,89	860	391344	8970006
	P238	0,19	37,82	629	391343	8970006
	P239	0,14	39,64	453	391336	8970003
	P240	0,18	39,69	629	391337	8970003
	P241	0,16	37,55	361	391345	8970007
	P242	0,15	37,55	370	391345	8970007
	P243	0,22	38,09	384	391345	8970006
	P244	0,16	39,23	1240	391341	8970004
	P245	0,12	36,76	760	391346	8970008
	P246	0,18	36,55	670	391345	8970008
	P247	0,18	34,99	629	391346	8970010
	P248	0,19	34,25	361	391346	8970011
	P249	0,17	36,42	384	391349	8970010
	P250	0,18	37,46	360	391351	8970009
	P251	0,22	37,54	340	391350	8970009
	P252	0,16	39,61	380	391350	8970007
	P253	0,26	38,31	453	391351	8970009
	P254	0,26	39,28	629	391349	8970007
Colina media	P255	0,13	39,18	361	391348	8970006
	P256	0,16	39,5	350	391348	8970006
	P257	0,20	39,95	792	391349	8970006
	P258	0,23	39,57	860	391349	8970006
	P259	0,19	35,04	874	391334	8970007
	P260	0,14	30,6	462	391350	8970017
	P261	0,18	34,34	361	391352	8970014
	P262	0,16	31,18	384	391351	8970017
	P263	0,15	34,51	360	391354	8970015
	P264	0,17	34,67	670	391355	8970016
	P265	0,20	32,93	629	391350	8970015
	P266	0,16	35,39	361	391357	8970017
	P267	0,22	38,68	384	391359	8970015
	P268	0,16	38,5	384	391359	8970014
	P269	0,12	35,9	1004	391358	8970017
	P270	0,13	36,92	760	391360	8970018
	P271	0,18	35,3	453	391360	8970020
	P272	0,10	36,27	629	391360	8970019
	P273	0,21	39,44	361	391361	8970015
	P274	0,17	39,81	650	391362	8970016

Tipo de colina	Código	Altura (m)	Distancia (m)	Iluminancia (lm/m ²)	Este	Norte
	P275	0,26	38,72	530	391361	8970016
	P276	0,20	37,7	670	391361	8970018
	P277	0,12	39,27	629	391363	8970018
	P278	0,12	37,68	361	391362	8970019
	P279	0,19	36,31	384	391361	8970021
	P280	0,14	31	370	391353	8970019
	P281	0,13	30,67	462	391352	8970019
	P282	0,25	31,72	450	391354	8970019
	P283	0,24	36,75	670	391357	8970015
	P284	0,24	31,75	629	391354	8970020
	P285	0,19	37,29	361	391358	8970016
	P286	0,24	35,2	384	391359	8970019
	P287	0,21	36,01	390	391359	8970019
	P288	0,15	35,91	350	391360	8970019
	P289	0,19	36,27	453	391360	8970019
	P290	0,25	38,06	629	391361	8970018
	P291	0,16	37,46	361	391361	8970018
	P292	0,23	38,39	340	391337	8970004
Colina media	P293	0,13	36,54	792	391349	8970010
	P294	0,23	35,46	860	391349	8970011
	P295	0,19	35,59	874	391351	8970012
	P296	0,14	33,17	1240	391340	8970074
	P297	0,18	35,76	670	391349	8970074
	P298	0,16	31,91	629	391339	8970073
	P299	0,15	32,99	361	391339	8970074
	P300	0,17	36,84	384	391344	8970077
	P301	0,20	38,57	384	391348	8970077
	P302	0,16	37,58	1501	391348	8970076
	P303	0,22	32,12	760	391351	8970016
	P304	0,16	34,15	453	391356	8970017
	P305	0,12	32,11	629	391353	8970018
	P306	0,13	31,87	361	391354	8970019
	P307	0,18	33,37	530	391355	8970018
	P308	0,10	33,05	760	391355	8970018
	P309	0,21	32,93	792	391355	8970018
	P310	0,23	33,08	860	391355	8970018
	P311	0,19	32,35	874	391355	8970019
	P312	0,14	32,93	630	391355	8970018

Tipo de colina	Código	Altura (m)	Distancia (m)	Iluminancia (lm/m ²)	Este	Norte
	P313	0,18	33,36	670	391355	8970018
	P314	0,16	33,45	629	391355	8970018
	P315	0,15	34,3	361	391357	8970019
	P316	0,17	34,46	384	391357	8970019
	P317	0,20	34,61	360	391357	8970018
	P318	0,16	34,67	384	391357	8970018
	P319	0,22	34,75	1204	391357	8970017
	P320	0,16	35,34	470	391358	8970018
	P321	0,12	36,22	490	391358	8970017
	P322	0,13	35,81	1420	391357	8970017
	P323	0,18	35,92	510	391357	8970017
	P324	0,10	36,48	530	391357	8970016
	P325	0,21	33,34	450	391355	8970018
	P326	0,17	33,71	453	391356	8970019
	P327	0,26	35,62	629	391357	8970016
	P328	0,20	35,66	361	391357	8970016
	P329	0,12	37,61	360	391358	8970015
	P330	0,23	39,75	384	391362	8970016
	P331	0,19	39,37	1102	391361	8970016
Colina media	P332	0,14	33,91	462	391358	8970021
	P333	0,18	33,3	540	391354	8970017
	P334	0,16	33,52	530	391354	8970017
	P335	0,15	38,28	540	391361	8970017
	P336	0,17	38,1	660	391361	8970018
	P337	0,20	32,96	670	391354	8970017
	P338	0,16	32,6	629	391354	8970018
	P339	0,22	39,45	361	391362	8970017
	P340	0,16	36,65	384	391360	8970018
	P341	0,12	36,9	370	391360	8970018
	P342	0,13	36,75	384	391358	8970016
	P343	0,18	33,6	1205	391332	8970008
	P344	0,10	36,44	780	391320	8970008
	P345	0,21	36,94	792	391320	8970007
	P346	0,17	38,78	860	391317	8970006
	P347	0,26	37,26	874	391317	8970008
	P348	0,20	37,49	560	391317	8970008
	P349	0,12	36,86	520	391317	8970008
	P350	0,12	36,24	530	391318	8970009

Tipo de colina	Código	Altura (m)	Distancia (m)	Iluminancia (lm/m ²)	Este	Norte
	P351	0,19	37,6	440	391316	8970008
	P352	0,21	39,57	450	391313	8970007
	P353	0,17	39,32	460	391313	8970008
	P354	0,26	35,78	453	391313	8970012
	P355	0,20	35,35	629	391314	8970012
	P356	0,12	36,27	361	391313	8970011
	P357	0,12	36,33	360	391367	8970033
	P358	0,20	39,85	384	391370	8970029
	P359	0,12	39,93	1145	391370	8970029
	P360	0,12	39,99	650	391370	8970029
	P361	0,22	40,62	670	391357	8970010
	P362	0,16	40,61	629	391357	8970010
	P363	0,12	44,27	361	391365	8970013
	P364	0,18	44,32	384	391359	8970007
	P365	0,18	44,97	370	391317	8970000
	P366	0,19	43,97	792	391326	8969998
	P367	0,17	49,24	860	391325	8969993
	P368	0,18	48,58	874	391325	8969994
Colina media	P369	0,22	49,42	1241	391324	8969993
	P370	0,16	48,35	1025	391324	8969994
	P371	0,26	49,21	453	391322	8969994
	P372	0,26	47,35	629	391321	8969996
	P373	0,13	44,64	361	391321	8969999
	P374	0,16	44,74	360	391321	8969999
	P375	0,20	49,44	384	391319	8969994
	P376	0,23	46,36	1023	391318	8969998
	P377	0,19	45,91	460	391316	8969999
	P378	0,14	45,27	462	391316	8970000
	P379	0,18	48,55	384	391316	8969996
	P380	0,16	40,9	1354	391318	8970003
	P381	0,15	40,67	792	391318	8970004
	P382	0,17	39,49	860	391319	8970005
	P383	0,20	41,15	874	391318	8970003
	P384	0,16	40,79	890	391317	8970004
	P385	0,22	41,28	530	391317	8970004
	P386	0,16	41,15	540	391317	8970004
	P387	0,12	42,72	361	391312	8970004
	P388	0,13	44,53	384	391312	8970002

Tipo de colina	Código	Altura (m)	Distancia (m)	Iluminancia (lm/m ²)	Este	Norte
Colina media	P389	0,18	44,42	790	391310	8970003
	P390	0,10	45,9	384	391311	8970001
	P391	0,21	46,12	1256	391310	8970002
	P392	0,17	43,49	750	391306	8970007
	P393	0,26	41,3	453	391361	8970013
	P394	0,20	42,8	629	391362	8970012
	P395	0,12	42,86	361	391362	8970012
	P396	0,12	42,41	462	391362	8970012
	P397	0,19	45,8	720	391365	8970010
	P398	0,14	42,66	792	391363	8970012
	P399	0,13	46,56	860	391367	8970011
	P400	0,25	46,47	874	391371	8970017
	P401	0,24	48,02	670	391374	8970018
	P402	0,24	47,37	629	391375	8970021
	P403	0,19	46,96	361	391374	8970022
	P404	0,24	46,19	384	391374	8970022
	P405	0,21	46,34	390	391374	8970023
	P406	0,15	43,87	792	391372	8970024
	P407	0,19	43,78	860	391372	8970025
	P408	0,25	41,83	874	391370	8970025
P409	0,16	41,39	450	391370	8970025	
P410	0,23	42,72	453	391372	8970027	
P411	0,13	43,33	629	391373	8970027	
P412	0,16	42,55	361	391372	8970026	
P413	0,15	42,26	380	391373	8970030	
P414	0,16	46,74	792	391377	8970030	
P415	0,18	46,25	860	391378	8970036	
P416	0,21	46,21	874	391378	8970036	
P417	0,20	50	870	391381	8970032	
Colina alta	P1	0,26	8.20	870	391391	8970875
	P2	0,10	13.25	1905	391391	8970884
	P3	0,08	11.20	308	391372	8970877
	P4	0,09	12.50	670	391388	8970862
	P5	0,21	9.20	629	391375	8970869
	P6	0,14	17.60	361	391388	8970857
	P7	0,10	28.70	384	391373	8970847
	P8	0,11	18.20	790	391370	8970886
	P9	0,28	18.30	980	391396	8970861

Cuadro 10. Evaluación de brinzales en tres tipos de colina - BRUNAS.

Tipo de colina	Código	Altura (m)	Distancia (m)	Iluminancia (lm/m ²)	Este	Norte
Colina baja	B 1	0,50	11,95	760	391224	8969933
	B 2	0,62	17,5	1979	391205	8969916
	B 3	0,48	17	1006	391205	8969916
	B 4	0,53	18,8	1607	391210	8969913
	B 5	0,38	19	1602	391195	8969924
	B 6	0,55	19,2	2170	391214	8969951
	B 7	0,58	19,8	1646	391214	8969952
	B 8	0,66	19,9	1128	391214	8969952
	B 9	0,88	20	1214	391214	8969952
	B 10	0,30	16,5	1983	391214	8969948
	B 11	0,77	15	2145	391214	8969947
	B 12	0,30	13	3808	391212	8969945
	B 13	0,55	15	1768	391212	8969947
	B 14	0,33	21	1352	391233	8969929
	B 15	0,51	18,5	2804	391194	8969927
	B 16	0,42	13,5	3291	391202	8969923
	B 17	0,39	14	2745	391199	8969928
	B 18	0,65	13,8	1142	391199	8969927
	B 19	0,43	16,5	439	391209	8969916
	B 20	0,45	16,5	409	391196	8969928
	B 21	0,44	15	670	391201	8969922
	B 22	0,78	19	2963	391195	8969924
	B 23	0,80	19,1	2994	391198	8969919
	B 24	0,36	19	2547	391196	8969921
	B 25	0,34	20	2210	391193	8969927
	B 26	0,67	19,5	2614	391194	8969940
	B 27	0,41	19,25	2511	391207	8969913
	B 28	0,91	18,5	1150	391194	8969927
	B 29	0,58	18,3	760	391194	8969935
	B 30	0,46	18,5	980	391200	8969946
	B 31	0,50	13,5	650	391199	8969930
Colina media	B 1	1,10	2,92	2170	391336	8970039
	B 2	0,30	25,71	1646	391336	8970041
	B 3	0,31	17,05	1128	391328	8970041
	B 4	0,31	26,93	1214	391338	8970030
	B 5	0,32	24,12	1983	391333	8970028

Tipo de colina	Código	Altura (m)	Distancia (m)	Iluminancia (lm/m ²)	Este	Norte
	B 6	0,32	36,13	2145	391343	8970040
	B 7	0,32	36,84	3808	391336	8970024
	B 8	0,33	16,41	1768	391345	8970027
	B 9	0,33	24,64	1352	391338	8970026
	B 10	0,35	21,28	2804	391341	8970026
	B 11	0,35	20,25	3291	391339	8970026
	B 12	0,36	36,78	2745	391347	8970040
	B 13	0,37	7,46	2273	391351	8970038
	B 14	0,38	19,15	1945	391331	8970029
	B 15	0,38	11,69	2648	391331	8970024
	B 16	0,38	10,59	2761	391351	8970039
	B 17	0,38	46,78	3245	391352	8970040
	B 18	0,39	8,93	2361	391331	8970030
	B 19	0,40	9,20	1352	391351	8970038
	B 20	0,40	7,58	1142	391349	8970041
	B 21	0,40	5,44	1539	391342	8970041
	B 22	0,40	11,21	1285	391350	8970034
Colina media	B 23	0,40	8,41	1432	391350	8970034
	B 24	0,40	8,81	1629	391333	8970025
	B 25	0,40	8,58	1545	391347	8970036
	B 26	0,40	18,83	2592	391342	8970039
	B 27	0,41	9,77	1694	391348	8970041
	B 28	0,42	18,67	2691	391345	8970031
	B 29	0,42	34,07	2521	391343	8970028
	B 30	0,43	20,40	1869	391342	8970027
	B 31	0,43	26,98	2374	391345	8970035
	B32	0,43	24,05	2738	391345	8970039
	B33	0,44	26,54	2416	391346	8970038
	B34	0,44	24,15	2639	391339	8970021
	B35	0,45	17,19	1847	391344	8970026
	B36	0,45	13,53	1538	391336	8970022
	B37	0,45	22,74	2317	391351	8970035
	B38	0,45	25,34	1847	391335	8970019
	B39	0,45	26,07	2145	391358	8970039
	B40	0,45	18,14	2741	391362	8970040
	B41	0,45	34,03	2104	391339	8970016
	B42	0,46	15,25	1732	391359	8970041
	B43	0,46	8,02	1938	391359	8970037

Tipo de colina	Código	Altura (m)	Distancia (m)	Iluminancia (lm/m ²)	Este	Norte
	B44	0,46	25,60	2274	391360	8970039
	B45	0,46	24,64	3161	391360	8970036
	B46	0,47	7,26	1638	391336	8970021
	B47	0,47	33,54	2834	391353	8970031
	B48	0,50	19,66	1967	391335	8970021
	B49	0,50	25,30	3178	391354	8970033
	B50	0,50	21,15	2427	391353	8970026
	B51	0,50	19,55	1529	391350	8970026
	B52	0,50	2,98	2048	391358	8970034
	B53	0,50	27,39	2654	391358	8970036
	B54	0,50	31,05	2835	391341	8970022
	B55	0,50	46,29	3503	391358	8970038
	B56	0,51	12,93	2645	391356	8970032
	B57	0,51	18,73	2031	391353	8970037
	B58	0,52	28,02	1526	391353	8970039
	B59	0,52	18,56	1823	391347	8970023
	B60	0,52	4,08	1575	391355	8970030
Colina media	B61	0,56	20,04	1507	391352	8970037
	B62	0,56	32,75	1532	391353	8970038
	B63	0,57	19,72	1517	391349	8970030
	B64	0,60	11,09	1591	391353	8970036
	B65	0,60	20,23	1594	391352	8970034
	B66	0,60	19,92	1607	391304	8970038
	B67	0,60	32,18	1542	391348	8970028
	B68	0,61	19,26	1631	391345	8970025
	B69	0,62	20,69	1773	391331	8970017
	B70	0,66	19,58	1569	391307	8970054
	B71	0,68	10,21	2380	391343	8970025
	B72	0,70	16,84	1930	391357	8970034
	B73	0,70	15,25	1845	391350	8970032
	B74	0,70	12,63	2165	391345	8970017
	B75	0,71	30,64	2518	391361	8970041
	B76	0,72	20,27	1721	391357	8970035
	B77	0,72	18,30	2749	391355	8970032
	B78	0,74	13,89	1838	391331	8970020
	B79	0,75	23,50	1528	391351	8970036
	B80	0,79	16,57	1732	391350	8970020
	B81	0,80	12,22	1934	391343	8970024

Tipo de colina	Código	Altura (m)	Distancia (m)	Iluminancia (lm/m ²)	Este	Norte
	B82	0,80	22,07	1562	391346	8970027
	B83	0,80	23,38	1695	391304	8970040
	B84	0,80	22,91	1583	391331	8970015
	B85	0,80	23,39	1938	391354	8970041
	B86	0,80	28,10	2521	391349	8970030
	B87	0,81	8,13	1932	391358	8970031
	B88	0,81	19,85	1549	391357	8970034
	B89	0,82	30,82	2483	391357	8970041
	B90	0,83	19,34	1721	391308	8970041
	B91	0,84	18,82	1611	391352	8970041
	B92	0,84	16,04	1849	391360	8970041
	B93	0,85	21,93	1532	391358	8970030
	B94	0,85	16,92	2749	391360	8970052
	B95	0,86	18,51	1592	391357	8970043
	B96	0,86	19,40	2561	391367	8970051
	B97	0,87	8,22	2371	391359	8970020
	B98	0,87	25,09	2856	391362	8970057
Colina media	B99	0,90	11,23	1510	391337	8970011
	B100	0,90	25,51	1481	391363	8970036
	B101	0,94	19,54	1693	391367	8970050
	B102	0,95	23,36	2849	391368	8970041
	B103	0,97	1,92	1361	391331	8970008
	B104	0,97	22,87	1683	391366	8970041
	B105	0,97	34,52	3061	391358	8970019
	B106	1,00	2,07	1592	391331	8970010
	B107	1,02	16,27	3163	391337	8970008
	B108	1,07	8,69	1829	391335	8970007
	B109	1,09	9,50	2381	391362	8970056
	B110	1,10	12,26	1741	391334	8970011
	B111	1,10	23,42	1538	391338	8969995
	B112	1,20	23,09	1493	391373	8970029
	B113	1,20	26,55	2629	391374	8970024
	B114	1,22	17,71	1521	391377	8970035
	B115	1,25	24,48	1761	391342	8970001
	B116	1,40	19,40	1492	391288	8970041
	B1	0,31	12.20	1214	391371	8970875
Colina alta	B2	0,32	37.20	1983	391354	8970897
	B3	0,43	7.30	2145	391390	8970876

Tipo de colina	Código	Altura (m)	Distancia (m)	Iluminancia (lm/m ²)	Este	Norte
Colina alta	B4	0,40	11.80	3808	391395	8970875
	B5	0,32	19.70	1768	391402	8970879
	B6	0,37	17.30	2804	391388	8970890
	B7	0,74	16.40	3291	391391	8970860
	B8	0,35	28.50	2745	391401	8970852
	B9	0,31	22.40	2273	391364	8970862
	B10	0,91	11.80	1945	391372	8970870
	B11	0,34	23.70	2648	391370	8970854
	B12	0,32	28.20	1847	391367	8970851

Cuadro 11. Evaluación de latizales en tres tipos de colina - BRUNAS.

Tipo de colina	Código	Altura (m)	Distancia (m)	Iluminancia (lm/m ²)	Este	Norte
Colina baja	L 1	2,62	9,00	870	391205	8969937
	L 2	1,50	5,50	1905	391207	8969934
	L 3	4,10	11,00	308	391210	8969943
	L 4	2,00	6,00	670	391208	8969937
	L 5	2,42	10,00	1085	391208	8969941
	L 6	2,05	5,00	1085	391209	8969936
	L 7	1,70	2,00	1009	391211	8969934
	L 8	3,15	7,00	940	391208	8969938
	L 9	6,10	12,00	209	391201	8969928
Colina media	L1	1,55	18,49	3545	391343	8970057
	L2	1,80	24,22	3284	391308	8970044
	L3	1,95	29,8	3878	391313	8970019
	L4	2,35	24,68	2997	391357	8970039
	L5	1,60	25,21	3576	391336	8970017

Anexo 2. Fotos de la investigación



Figura 12. Árbol semillero N°1 (colina baja) y 2 (colina media).



Figura 13. Árbol semillero N°3 (colina alta).

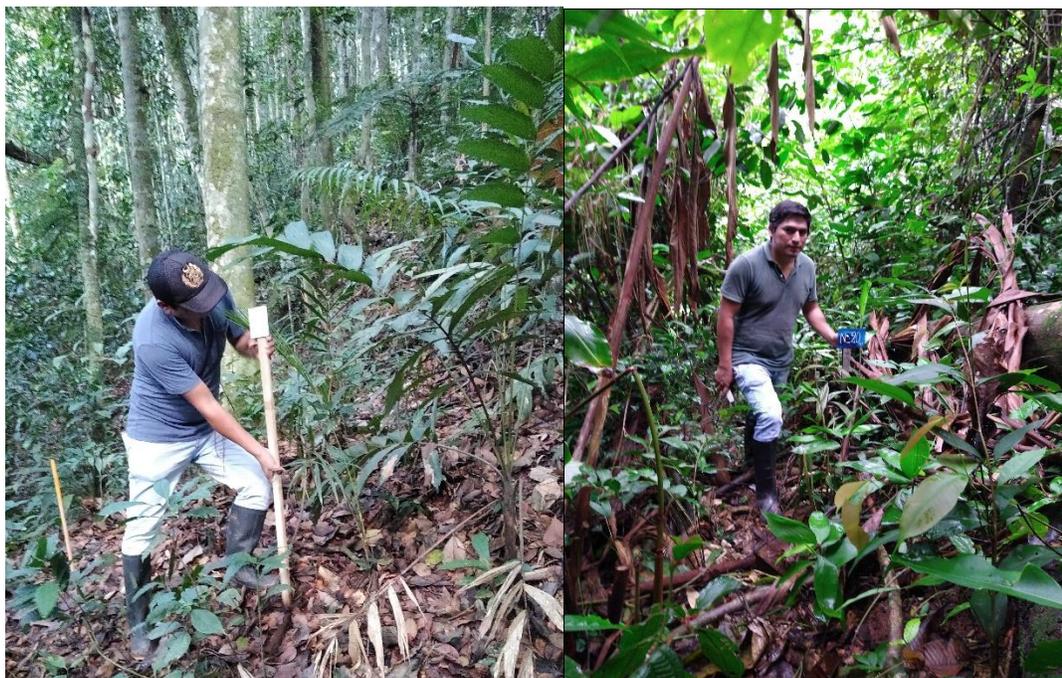


Figura 14. Delimitación de las parcelas circulares



Figura 15. Toma de la iluminancia