

**Título: “Dispersión de Individuos con Respecto a la Distancia del
Árbol Parental de los individuos *Cedrelinga catanaeformis* Ducke.
(Tornillo) y *Cedrela odorata* L. (Cedro) en el Fundo San Antonio,
Madre de Dios, Perú”.**



JUAN CARLOS LARA RIVAS (*)

[Investigación en marco del sub-proyecto de investigación: “Sucesión Ecológica en Micro-Corredores en el Trayecto de Cuerpos de Aguas en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Nacional Tambopata, Madre De Dios, Perú”. Con el apoyo de TReeS-UK]

Instituciones Cooperantes

Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC-FCFMA)

Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM-EPG)

Tambopata Reserve Society (TReeS-UK)

En Puerto Maldonado, a 01 de Julio de 2011.

(*) Estudiante del máster: Investigación en Ingeniería para la Conservación y uso Sostenible de Sistemas Forestales, en la Universidad de Valladolid - E.T.S. Ingenierías Agrarias, Palencia, España.
E-mail: j.c.larar@gmail.com

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación es el resultado de la colaboración, esfuerzo, dedicación y enseñanza de instituciones y personas, de los que menciono:

A la Tricentenario Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC) y docentes de la Facultad de Ciencias Forestales y Medio Ambiente (FCFMA) por mi formación profesional, especialmente al docente Ing. Benjamín Chambi, por el asesoramiento continuo en el desarrollo del presente estudio investigado, así mismo por el aporte en las metodologías y revisión preliminares.

Al fondo de becas de TReeS-UK, que permitió ejecutar esta investigación, en especial al Dr. Jhon Forest, por fortalecer la primera fase de investigación llevada en la región de Madre de Dios.

A Chris Kirby (Director Fauna Forever), Ethan Householder, por el adiestramiento y facilitar el uso de sus equipos, para medir cobertura de bosques. Así mismo a la Dra. María Manta, Dr. Percy Zevallos Pollito, Dr. Carlos Reynel, Cesar Vela, por el acceso a bibliografías respecto a regeneración natural y dispersión de semillas.

Peter Feigenger y Claudia Moreno por el adiestramiento y sugerencias en el Ciclo de Indagación.

A Wilson Yalta, Sandy Baca y Liz Reynaga por el apoyo logístico y la asistencia de campo.

Este estudio no hubiera sido posible sin el apoyo de las personas que fortalecieron la base del presente trabajo investigado.

RESUMEN

El modelo de Janzen y Connell propone que a menor distancia del árbol parental la depredación de las semillas será mayor. Para este caso se registrará ha dos especies *Cedrelinga catanaeformis* Ducke. (Fabaceae) y *Cedrela odorata* L. (Meliaceae) especies que difieren su forma de dispersión de semillas, para el caso del Tornillo los frutos son indehiscenctes lomento membranoso, se desprende en artejos helicoidales, oblongo-ovales. Para el caso del Cedro los frutos son cápsulas leñosas dehiscentes, semillas aladas. Esto nos hace suponer que para esta primera especie, la mayor densidad de semillas sucederá a una distancia intermedia de dispersión y para la segunda especie la tendencia es de un radio mayor de densidad de semillas sucederá distantemente del árbol parental.

Parte del presente estudio se compara el modelo de Janzen-Connell para los dos géneros en estudio.

La regeneración de las especies *Cedrela odorata* y *Cedrelinga catanaeformis* del Fundo San Antonio, cumple los parámetros de dispersión con el modelo de Janzel-Connell es decir, el mantenimiento de la diversidad de especies en bosques tropicales (Janzen 1970, Connell 1971). Las pruebas de esta hipótesis, que predice que las plántulas reclutan con mejor éxito separadas por una cierta distancia de los adultos relacionados, manteniendo así una alta diversidad.

La dispersión de semillas de la especie *Cedrelinga catanaeformis* del Fundo San Antonio, disminuye a partir de la distancia a la planta madre. Por lo tanto, los sitios cercanos pueden resultar más atractivos a predadores, y posiblemente la predación aumentaría. A medida que nos alejamos de la planta madre, la densidad de semillas y plántulas se va haciendo menor, y consecuentemente, puede ser más difícil la localización por parte de predadores, o pueden resultar menos atractivos porque el esfuerzo de búsqueda es mayor. Harms *et al.* (2003) compara varios parámetros similares con el modelo de Janzel-Connell para determinar la diversidad de los bosques tropicales

Palabras claves: Modelo de Janzen-connell, dispersión, árbol parental, Cedrelinga, Cedrela,

Título: Dispersión de Individuos con Respecto a la Distancia del Árbol Parental de las especies *Cedrelinga catanaeformis* Ducke. (Tornillo) y *Cedrela odorata* L. (Cedro) en el Fundo San Antonio, Madre de Dios, Perú.

I. INTRODUCCIÓN

Se han planteado diferentes hipótesis para explicar la alta diversidad de los trópicos (Cintra, 1997). Una de ellas es la hipótesis de Janzen y Connell, la que propone que habrá una mayor depredación de semillas y plántulas cerca al árbol parental. Este proceso llevaría a una distribución espaciada de árboles adultos, lo cual da posibilidad a encontrar distintos nichos para otras especies, incrementando así la diversidad (Soto, 2005).

Las especies vegetales poseen diferentes estrategias para la dispersión de sus semillas, tal como la dispersión mecánica. En tal caso el modelo de Janzen y Connell no sería aplicable a todas las especies vegetales y se necesitarían más estudios al respecto (Cintra, 1997). En este contexto dispersión es mecánica en la cual para Tornillo el fruto es indehiscentes lomento membranoso, se desprende en artejos helicoidales, oblongo-ovales y para el Cedro los frutos son cápsulas leñosas dehiscentes, semillas aladas. (Gentry, 1996 y Reynel *et al.*, 2003). Presenta lo que significa que la semillas salen expulsadas lejos del parental para el cedro, y muchas veces las semillas del Tornillo quedan con el fruto (no hay un desprendimiento) y se podría esperar una mayor cantidad de semillas a una distancia media antes que a una distancia cercana al parental, influyendo de esta manera a la depredación propuesta por Janzen y Connell.

De acuerdo a este patrón de dispersión se podría esperar que la dispersión sea mayor a una distancia promedio, siendo esta denso-dependiente, y que la hipótesis de Janzen y Connell no se cumpla. Otra alternativa sería que la dispersión mecánica no influya en la distribución de la densidad de individuos (en regeneración) con respecto al árbol parental y para esto se esperaría una depredación mayor cercana al árbol parental, lo cual apoyaría la hipótesis de Janzen y Connell.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del Estudio

En ecología, una de las metas básicas es llegar a entender cuales son los factores que regulan el tamaño de las poblaciones de diferentes especie; esta es una pregunta que fue examinada para los niveles tróficos en el artículo de Hairston *et al.* 1960, el cual ha tenido una fuerte influencia en los estudios en la ecología forestal. Así mismo, las formaciones forestales tropicales son uno de los ecosistemas más complejos en término de diversidad de especies. También son conocidos los factores medioambientales específicos de los trópicos como el día corto, fotoperiodicidad constante, desarrollo homogéneo de las temperaturas y la falta de estaciones térmicas compensado por la existencia de estaciones hidrológicas (Whitmore, 1983 y Lamprecht, 1990).

Dentro de los árboles útiles de la Amazonía Peruana según Reynel *et al.* 2003, cita a la *Cedrela odorata* L. y *Cedrelinga catanaeformis* (Ducke), como especies de gran importancia, para el Cedro describe que presenta diversos hábitats desde México Centro América hasta la región Amazónica, mayormente debajo de los 1200 m.s.n.m. En el Centro Río Amigos (CICRA-ACCA), según la lista preliminar 1.1 de censos florísticos por (Foster *et al.*, 2001), registraron *Cedrela Odorata* y *C. fissilis* en terraza altas y según la clasificación de los grupos (gremios) ecológicos (Finegan, 1993 y Quesada, 2006), lo asocian al grupo de especies heliófitas durables; especies intolerables a la sombra de vida relativamente larga.

Así mismo para el Tornillo *Cedrelinga catanaeformis* (Ducke), se distribuye por toda la región amazónica, en altitudes similares al Cedro, se le observa en áreas de pluviosidad elevada y constante; es una especie con tendencia esciófita, (Reynel *et al.* 2003) presente en bosques primarios, en suelos arcillosos, usualmente ácidos, en zonas bien drenadas y con pedregosidad baja o nula. Así mismo en el centro Río Amigos (CICRA-ACCA), según la lista preliminar 1.1 de censos florísticos por (Foster *et al.* 2001), registraron *Cedrelinga catanaeformis* (Ducke), en terraza altas. Para el centro de Capacitación San Antonio en el Ordenamiento del área de recursos naturales del BONI (Bosque de los niños) de Puerto Maldonado, fue ejecutado por la Asociación para la Niñez y su Ambiente (ANIA, 2004), registraron *Cedrelinga catanaeformis* (Ducke) y *Cedrela odorata* L. tomando fajas existentes en el área de estudio.

Estos indicadores muestran estudios a nivel de censos florísticos y caracterización de bosques en la región de Madre de Dios, por Jiménez, 2007; Suca, 2007 y Maquera, 2006. En sus estudios, citan a especies dentro del grupo ecológico del Cedro y Tornillo similarmente asociado a otras especies para los bosques del Fundo San Antonio.

2.2. Factores y mecanismos de la sucesión de los árboles tropicales

La sucesión es un proceso complejo, controlado por diversos factores, que pueden agruparse en tres categorías. [1] La disponibilidad de sitios, [2] a disponibilidad de especies, [3] y las interacciones entre las especies. La disponibilidad de sitio esta dada, principalmente, por el régimen de disturbios (e.g. glaciares en retracción, islas emergentes).

La disponibilidad de especies, relacionado a la disponibilidad de sitios, que es el total de especies existentes en la región que potencialmente podrían colonizar el sitio; y su capacidad de dispersión en el tiempo, durante el cual el sitio esta disponible para la regeneración, es decir, el periodo post-disturbio en que los recursos aún no han sido capturados por las nuevas especies. Aunque el tamaño de la población regional de muchas especies es grande, la densidad media de la mayoría de especies es baja en el paisaje, encontrándose a menudo menos de un individuo adulto por hectárea (Pitman, *et al.* 1999). La baja densidad poblacional por sí sola requiere consideraciones de manejo, ya que el riesgo de extinción local es una función inversa del tamaño local de la población (MacArthur y Wilson 1967; Hubbell, 2001).

Las interacciones entre especies involucran una amplia gama de procesos; Por un lado ocurren interacciones negativas entre especies, que hacen que algunas especies sean eliminadas o no puedan establecerse. (Whitmore, 1983 y Grubb, 1977). La competencia por recursos, especialmente luz, nutrientes y agua juega un papel importante principalmente en la fase de auto-raleo (Lamprecht, 1990). La competencia puede generar la inhibición de la colonización por otras especies (por ejemplo, durante la fase de auto-raleo se generan condiciones de muy poca luz que inhiben el establecimiento de nuevos individuos). Otro mecanismo importante en la sucesión es el de tolerancia, especialmente al ambiente lumínico, típicamente, las especies pioneras son intolerantes a la sombra, por lo tanto al crecer, generan un ambiente en el que ellas mismas no pueden establecerse, y progresivamente son reemplazadas por las especies tolerantes,

que pueden germinar, fotosintetizar y crecer en condiciones de poca luz estos, (Lamprecht, 1990; Whitmore, 1983 y Grubb, 1977). Otras interacciones negativas incluyen los efectos alelopáticos (inhibición del crecimiento por sustancias químicas), o efectos mecánicos (por caída de ramas y troncos). Entre los efectos positivos se destaca la facilitación, que ocurre cuando una especie sucesionalmente temprana, produce un cambio en el ambiente que favorece a otra.

2.2.1. Límites en el número de semillas producidas y dispersadas por los adultos

Es común que en las angiospermas maduren un número menor de frutas y dispersen menos semillas que producen flores y óvulos, respectivamente (Larson y Barrett 2000). La producción de semillas se puede limitar por la disponibilidad del polen adecuado o por la disponibilidad de recursos (Harás y Paine, 2003) Además, los organismos que comen frutas y semillas pueden dañar o matar las semillas antes de que abandonen la planta maternal (Maron y Gardner 2000).

2.2.2. La limitación del polen

La producción de semillas viables se puede limitar por la escasa deposición de granos de polen sobre los estigmas de los árboles parentales (Willson y Burley, 1983 citado en Harás y Paine, 2003). La ‘calidad’ del polen puede también limitar el vigor de los descendientes. El flujo del polen a larga distancia (hasta varios kilómetros en especies neotropicales de Ficus [Moraceae]) tiene lugar tanto en bosques intactos como fragmentados citado en la revisiones de Harás y Paine (2003), sobre regeneración de árboles tropicales e implicaciones para el manejo de bosques naturales de varios estudios a nivel de los trópicos.

2.2.3. Limitación de recursos abióticos y otras condiciones ambientales

La disponibilidad de recursos lumínicos y consumibles (CO_2), agua y nutrientes minerales– pueden limitar el éxito reproductivo de los árboles tropicales, pues puede disminuir la productividad total o modificar la asignación de la energía o de los recursos fuera de las estructuras reproductivas (Tilman 1982). Confirmaron experimentalmente que los árboles del dosel pueden ser limitados por la

disponibilidad de la luz al aumentar la producción de ramas iluminadas de *Luehea seemannii* (Tiliaceae) durante días nublados en Panamá. (Graham *et al.* 2003 citado en Harás y Paine, 2003).

La producción de semillas podría también ser limitada por la disponibilidad de recursos del suelo como agua y minerales. Aunque la temperatura no es consumida por los organismos y por lo tanto se considera más correctamente como condición limitante que como recurso natural, Clark *et al.* (2003) encontraron una correlación negativa entre el crecimiento de los árboles y la temperatura en un bosque húmedo de tierra baja en Costa Rica. Ellos sugirieron que al tiempo que las temperaturas se elevan en bosques tropicales, la tasa de respiración aumenta más que la tasa de fotosíntesis y, por tanto, la productividad disminuye.

2.2.4. Los depredadores de semillas pre-dispersadas

La depredación de la semilla antes de su dispersión, así como los frugívoros que dañan las semillas, puede resultar en pérdidas severas de la cosecha potencial de semillas (Hulme, 2001 citado en Harás y Paine, 2003). Existen pocos estudios en especies tropicales debido a la relativa inaccesibilidad a la mayoría de semillas antes de que se separen de la planta madre. Las especies con semillas grandes que con frecuencia son recogidas en trampas de semillas a menudo presentan ataques de insectos ocurridos antes de dispersarse (Forget *et al.* 1999 citado en Harás y Paine, 2003). En un estudio clarificador se encontró que en unos sitios sin explotación forestal en Borneo casi todas las semillas de dipterocarpaceas fueron eliminadas por una combinación de depredadores pre- y post-dispersión durante los años de baja fructificación, mientras que muchas semillas escaparon a la depredación durante los años de alta fructificación (Curran *et al.* 1999; Curran y Leighton, 2000 citado en Harás y Paine, 2003). Sin embargo, en sitios severamente explotados, las condiciones ambientales fueron suficientemente alteradas como para que muy pocas semillas sobrevivieron a la depredación en todos los años estudiados.

2.3. Coexistencia, exclusión competitiva, y modelo de disturbio intermedio

A lo largo de la sucesión, frecuentemente ocurre un recambio de especies: de pioneras o intolerantes a la sombra en las etapas tempranas, a especies tolerantes o climácicas en

las comunidades maduras. Dado que las especies pioneras establecidas en las etapas tempranas, pueden persistir (aunque sin regenerar) durante un tiempo, la riqueza de especies se maximiza en *tiempos intermedios* de sucesión, en el que coexisten las especies pioneras con las especies del bosque maduro. En el caso de especies intersticiales (que ocupan nichos generados por las especies estructurales, como las epifitas o las lianas), la riqueza de especies tiende a aumentar con la sucesión. La misma curva observada durante el tiempo a partir de un disturbio puede esperarse, para predecir la riqueza de especies en un gradiente de frecuencia de disturbios. Paisajes con disturbios muy frecuentes, sólo permitirán la existencia de especies pioneras, mientras que paisajes con frecuencia muy baja de disturbios, promoverán la extinción de especies pioneras y sólo persistirán las especies tolerantes. En condiciones intermedias de disturbios, se limitará la exclusión competitiva de las pioneras, al tiempo que se permitirá el reclutamiento de especies tolerantes, maximizando la coexistencia de especies y consecuentemente la riqueza. Este modelo de riqueza de especies, en relación a tiempo sucesional y a la frecuencia de disturbios, se conoce como modelo de disturbio intermedio (Connell, 1978 tomado de Connell y Green, 2000)

2.4. Área, efecto de masa, limitación a la dispersión

En su forma original, el modelo de disturbio intermedio de la diversidad no incluye el espacio como una variable. Supone que la dispersión no es una limitante, y que las especies pioneras y tolerantes, dominan distintas etapas sucesionales debido a su adaptación a distintos ambientes. Sin embargo, en un contexto de paisaje, el espacio es una limitante. Disturbios de mayor área e intensidad muestran un retraso en la colonización, por lo que el pico de máxima riqueza debe producirse en un tiempo mayor. Dos conceptos útiles para entender la importancia del área en relación al efecto de los disturbios en la diversidad, son los conceptos de *efecto de masa* y *limitación a la dispersión*.

2.5. Límites a la dispersión

Las semillas son dispersadas desde los árboles adultos por aves, mamíferos, el viento u otros agentes. Cada mecanismo crea patrones de conglomerados de dispersión de semillas sobre el piso del bosque. El agrupamiento se forma entre y dentro de las

sombras de semillas de árboles individuales (Schupp *et al.* 2002 citado en Harás y Paine, 2003). Un estudio de diez años clarificó el grado de limitación de la dispersión al mostrar que de 260 especies de árboles del dosel, más de 50 no pudieron dispersar ni una sola semilla hasta ninguna de las 200 trampas colocadas, y solamente siete especies dispersaron una o más semillas hasta el 75% de las trampas (Hubbell *et al.* 1999).

2.6. Dispersión restringida por la distancia

La dispersión restringida por la distancia crea patrones contagiosos de lluvia de semillas centrados alrededor de los adultos (Clark *et al.* 1998; Clark *et al.* 1999; Schupp *et al.* 2002 citado en Harás y Paine, 2003). En una investigación de especies pioneras en Panamá, Dalling *et al.* (2002) encontraron que la dispersión de semillas de todas las especies, menos aquellas con semillas más pequeñas y bien dispersadas, fue muy limitada durante los cuatro años del estudio. Un caso extremo de la restricción de dispersión por distancia ocurre en el castaño *Bertholletia excelsa* (Lecythidaceae), en la cual la fruta indehiscente se cae por gravedad y es abierta por los agoutis (*Dasyprocta leporina*). Incluso *Ficus* spp., renombrado por su fecundidad, exhibe limitación en la dispersión por la distancia (Laman, 1996). Las semillas fueron dispersadas hasta 60 m, pero la densidad de las semillas declinó tan acusadamente que un sitio de 1 m² situado 60 m aparte de un adulto recibiría una semilla solamente una vez por cada 100 episodios de fructificación (Laman, 1996).

2.7. Modelo Janzen y Connell

Este proceso, conocido como fenómeno Janzen-Connell, es el producto de la prelación densodependiente de semillas y plántulas, en relación a la distancia a los progenitores. La densidad de semillas disminuye a partir de la distancia a la planta madre. Por lo tanto, los sitios cercanos pueden resultar más atractivos a predadores, y posiblemente la prelación aumentaría.

A medida que nos alejamos de la planta madre, la densidad de semillas y plántulas se va haciendo menor, y consecuentemente, puede ser más difícil la localización por parte de predadores, o pueden resultar menos atractivos porque el esfuerzo de búsqueda es mayor. En consecuencia, semillas y plántulas tendrían mayor probabilidad de

sobrevivir a distancias relativamente largas. La densidad poblacional de la regeneración en un determinado punto, es el producto de la probabilidad de llegada por dispersión (que disminuye con la distancia a la planta madre), y la probabilidad de supervivencia, que aumenta con la distancia. Por lo tanto, podría esperarse que la mayor regeneración ocurra a distancias intermedias, y que sitios cercanos a la planta madre tiendan a ser dominados por especies distintas. (Connell y Green, 2000).

III. JUSTIFICACIÓN

3.1. Aspecto científico

Contribuye a explicar la alta diversidad de los trópicos con el método de Janzen y Connell, la que propone que habrá una mayor depredación de semillas y plántulas cerca al árbol parental y mayor número de individuos a mayor distancia del árbol parental. Este proceso llevaría a una distribución espaciada de árboles adultos, lo cual da posibilidad a encontrar distintos nichos para otras especies, incrementando así la diversidad del Fundo San Antonio.

3.2. Aspecto social

El estudio contribuye al conocimiento de la Diversidad de dispersión de futuras generaciones de una especie en razón a un árbol parental, y sus interacción con la diversidad florística, también sirve para conocer la composición de la vegetación a gran escala (a nivel de paisaje), dinámica del bosque, y los cambios ambientales por las actividades antropomórficas. Así mismo, los géneros en estudio son especies de gran valor económico en calidad físico-mecánico de la madera, en sistemas agroforestales y dispersión de semillas a áreas deforestadas.

3.3. Aspecto económico

Las especies en estudio por el valor comercial de la madera satisfacen las necesidades económicas, alimenticias para el hombre, asimismo muchos géneros son de uso maderable, alimenticio y ecológico. Contribuirá al manejo y conservación de los bosques por agentes locales, ayudará a la conservación y aprovechamiento de especies forestales y sus dispersiones de semillas prevalecerá los rodales de bosques.

IV. GENERALIDADES

4.1. Localización del área de estudio

Departamento	:	Madre de Dios
Provincia	:	Tambopata
Distrito	:	Tambopata
Sector	:	Fitzcarrald
Lugar	:	Fundo San Antonio UNSAAC-FCFMA

El Centro de Capacitación, se encuentra ubicado a la altura del Km. 21.5 de la carretera Interoceánica, presenta un área de 152.6 Ha. limita con los siguientes terrenos.

Tabla 1. Coordenadas UTM del “Centro de Capacitación FCFMA-UNSAAC”

Vértice	Este	Norte
1	464460	8600249
2	464982	8600440
3	463860	8602849
4	463334	8602653

Fuente: ANIA, 2004

4.2. Accesibilidad al área de estudio:

Se llega por vía terrestre a 20 minutos de la ciudad de Puerto Maldonado, vía interoceánica (asfaltado).

4.3. Ecología del área de estudio.

El Ordenamiento del área de recursos naturales del BONI (Bosque de los niños) de Puerto Maldonado, fue ejecutado por la Asociación para la Niñez y su Ambiente (ANIA, 2004). Describe la ecología del fundo san Antonio como se menciona a continuación:

4.3.1. Fisiografía.

El fundo san Antonio se encuentra ubicado en la comunidad de Fitzcarrald, el cual posee un paisaje fisiográfico; llano amazónico de la selva baja, y se ubica a una altitud que varía desde los 200 a 226 m.s.n.m.

4.3.2. Clasificación climática:

De acuerdo con la clasificación climática de Holdridge-Tosi, es una zona de vida de transición llamada BH-S/T: Bosque húmedo Subtropical – Tropical.

4.3.3. Temperatura:

Tiene una temperatura máximo promedio de 38.7 °C y una mínima de 22.5 °C, sin embargo, en los meses de junio, julio y agosto, la temperatura alcanza un descenso térmico de mas de 8 °C, debido a los estaciones climáticas por las corrientes aéreas provenientes del Sur.

4.3.4. Precipitación:

Las precipitaciones son altas presentando dos periodos estacionales: uno seco, entre mayo y noviembre, y otro lluvioso, entre diciembre y abril; en los últimos diez años se registró una máxima mensual de 695 mm. y una máxima anual de 2791 mm.

4.3.5. Tipos de suelos:

Los suelos del área del fundo son de colinas bajas con pendientes que varían de 5 al 10% y presentan forma redondeada y suave, la red de drenaje es intensa y disminuye a medida que se aproxima a la llanura aluvial.

4.3.6. Tipo de bosque

El centro de capacitación San Antonio , presenta un bosque primario intervenido o residual debido a la extracción selectiva de especies maderables como cedro (*Cedrela odorata*), caoba (*Swietenia macrophylla*), ishpingo (*Amburana cearensis*), tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*) y la recolección de castaña (*Bertholletia excelsa*). Actualmente es un bosque intervenido en regeneración natural de hace unos 20 años. En este bosque se puede observar árboles con alturas de 30 a 35m. La vegetación esta asociado con especies epifitas, helechos orquídeas, bromelias, etc. El estrato inferior es de poca densidad debido a la poca luz que penetra en el suelo, encontrándose también disperso pequeñas zonas de pacales y aguajal.

Por ser un bosque intervenido presenta fauna esporádica pudiendo considerar huellas de venado (*Mazama sp*), sajinos (*Pecari tajacu*), añujes (*Dasyprocta variegata*), picuro (*Cuniculus paca*), aves como tucán grande (*Ramphastus cuvieri*), *Ramphastus castanotis*, *Penélope jacquacu*, *Psarocolius angustifrons*, *Tinamus sp*, Lipaguos

luciferans, monos como tocón (*Callicebus Moloch*), pichico (*Saguinus fuscicollis*), también gran diversidad de insectos que contribuyen en la polinización

4.3.7. Composición florística

Las especies más importantes que se encuentran en el Fundo San Antonio son:

Castaña (*Bertholletia excelsa*), Moena (*Ocotea sp*), Azúcar huayo (*Hymenaea sp*), Shihuahuaco (*Dypterix sp*), capirona (*Callycophyllum esprucianum*), Misa (*Couratari sp*), Pashaco (*Schizolobium sp*), Quinilla (*Manilcara sp*), Copaiba (*Copaifera sp*), Palo ana (*Apuleia sp*) etc.

Dentro de las palmeras se puede encontrar el aguaje (*Mauritia flexuosa*), Pona (*Iriarteia sp*), Huasai (*Euterpe precatória*), Ungurahui (*Oenocarpus bataua*), Cashapona (*Socrotea sp*), Sinamillo, etc. (ANIA, 2004).

V. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general:

Determinar la dispersión de individuos con respecto a la distancia del árbol parental de *Cedrelinga catanaeformis* Ducke (Tornillo) y *Cedrela odorata* L. (Cedro), en el Fundo San Antonio.

5.2. Objetivos específicos:

- (1) Determinar la asociación entre la distancia y abundancia de individuos de las especies en estudio y comparar el modelo de Janzen y Connell con los resultados que se obtienen.
- (2) Analizar de la relación de las especies en estudio y las variables ambientales.
- (3) Determinar la asociación entre la distancia del árbol parental, el DAP y altura total de las especies forestales en estudio.
- (4) Análisis de la regeneración natural y dispersión semillas de *Cedrelinga catanaeformis* Duke.
- (5) Evaluar y comparar la regeneración de individuos en relación al árbol parental de *Cedrela odorata* L.

VI. HIPÓTESIS

6.1. Hipótesis Alterna:

Se cumple el modelo de Janzen y Connell, quienes mencionan que a mayor distancia del árbol parental sobreviva mayor número de individuos, para este caso de estudio se evaluará *Cedrelinga catanaeformis* Ducke (Tornillo) y *Cedrela odorata* L. (Cedro) en el Fundo San Antonio.

6.2. Hipótesis Nula:

No se el cumple el modelo de Janzen y Connell quienes mencionan que a mayor distancia del árbol parental sobreviva mayor número de individuos, para este caso de estudio se evaluará *Cedrelinga catanaeformis* Ducke (Tornillo) y *Cedrela odorata* L. (Cedro) en el Fundo San Antonio.

VII. MATERIALES Y METODOS

7.1. Materiales y equipos:

7.1.1. Materiales (campo):

- Libreta de campo
- Fichas de evaluación
- Placas de aluminio
- Clavos galvanizados
- Plumón indeleble
- Cinta fosforente (degradable)
- Forcípula
- Soguilla de nylon de 20m.
- Obtención de jalones en campo de 1.5 m de alto.
- Tablero, lápices y tarjador

7.1.2. Equipos (campo):

- Receptor GPS (Garmin 12XL)
- Brújula (Brunton)
- Clinómetro
- Hipsómetro

- Cámara fotográfica digital (Sony Cyber-shot 7.2)
- Termómetro ambiental

7.1.3. Herramientas:

- Machetes
- Wincha 20 m.
- Martillo

7.1.4. Logística (gabinete):

- 01 computadora Pentium IV
- 01 impresora hp Deskjet F380 All –in-One

7.1.5. Software's:

- Microsoft Word xp
- Microsoft Excel xp
- SIG: Arc View 3.2

7.1.6. Herramientas para la identificación de especies:

- Guías fotográficas de especies arbóreas (Foster *et al.*, 2001).
- Libros; Claves de identificación botánica de Gentry, (1993) y Vásquez & Rojas, (2004).

7.2. Metodología

Para el estudio se consideraron especies dominantes en el estrato vertical para el árbol parental (Cedro y Tornillo), seguido por un censo en su radio promedio de 50 m. para registrar la dispersión individuos (fustales, latizales y brinzales) y semillas. Con la finalidad de registrar el total de individuos del árbol parental. Asimismo considerando estudios realizados, se llevo a cabo el inventario exploratorio, determinando así el lugar para la instalación de parcelas que se instalaran mediante muestreos al azar.

7.2.1. Fase de ubicación de parcela Madre (Gabinete)

La ubicación de las parcelas adaptara a la metodología del proyecto UNALM-ITTO PD 251/03 Rev. 3(F), extendida a ubicar cedros en varios tipos de bosques del Perú, así mismo comparándose otras metodologías de Lamprecht (1990), según fuentes usadas: Mapa Forestal del Perú (2000), información digital del MDD-INRENA y la cartografía digital del IAAP.

7.2.2. Fase de pre-campo

7.2.2.1. Tamaño de la unidad de muestreo

En cuanto al número de parcela, una vez que se ha definido la forma y tamaño de las parcelas, surge una gran pregunta que se debe resolver ¿Cuántas parcelas son necesarias para obtener información representativa y confiable sobre el ecosistema boscoso a evaluar?. Para dar respuesta a esta pregunta, se pueden utilizar varias alternativas, por ejemplo, la aplicación de las técnicas de muestreo estadístico (muestreo aleatorio simple, muestreo estratificado, etc.), la utilización de parcelas estandarizadas (RAPs¹, BIOTROP², PPMC³, etc.) y finalmente, la utilización de métodos modificados y validados para casos particulares, citado por Melo y Vargas, 2003. Para esta investigación se tomarán para cada especie entre 05 plantas parentales al azar y se ajustaran según a la fase exploratorio y registros de las especies.

7.2.2.2. Diseño de la unidad de muestreo

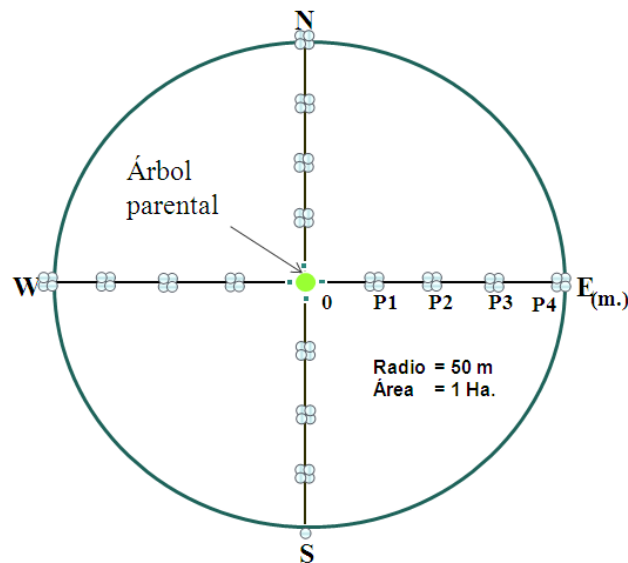
La unidad de muestreo, parte de la elección de un árbol parental, se censa un rango de de 50 m. de radio (1 Ha.). Sub-dividido en cuatro líneas (Norte, Sur, Este y Oeste). En cada línea se forma cinco sub-parcelas: P1 = 3x3 m.; P2 = 4x6 m.; P3 = 5x10 m. P4 = 2x20 m. y P5 = 2x2 m. (parcela auxiliar).

¹El propósito es acceder en forma rápida, al estado actual de la diversidad florística de un determinado ecosistema boscoso.

² Se generan unidades más pequeñas que se denominan sub-parcelas y que de acuerdo con su disposición pueden tener formas cuadradas o rectangulares (transectos).

³ Son Parcelas Permanentes de Monitoreo “cuadradas”, la unidad está constituida por una parcela de 100 m de lado, la cual se divide en 10 transectos de 10 x 100 m (0.1 ha). Cada transecto a su vez lo constituyen 10 unidades de registro o subparcelas de 10 x 10 m (0.01 ha), descrita en Melo & Vargas (2003).

Grafico 1. Diseño de la parcela en relación al árbol parental y área de inventario, para identificar regeneración en sus entorno.



Fuente: Elaboración propia 2011.

7.3. Análisis estadístico

Para este caso de estudio se ajustaran los datos obtenidos en campo, se tomara dos maneras principales de resumir datos. La primera consiste en describir los datos numéricamente. Esto incluye rangos, medias y varianzas que proveen una forma fácil y concisa de resumir datos, como: la Prueba de Chi-cuadrado, Correlación de Spearman ó Kendal y Análisis de Varianza (ANOVA).

7.3.1. Prueba del Chi-cuadrado

El estadístico Chi-cuadrado (χ^2) se usa como medida de la desviación de una distribución resultado de los datos de un muestreo de alguna distribución esperada/teórica. χ^2 se calcula siempre usando el mismo formato:

$$\chi^2 = \sum \frac{O - E^2}{E}$$

Donde:

O es la frecuencia observada: número de eventos, individuos, cosas, etc. reportado para cada clase de observación,

E es la frecuencia esperada para cada clase de observación asumiendo que la hipótesis nula es verdadera.

Es importante entender la diferencia entre las frecuencias observadas y esperadas. Las frecuencias observadas son aquellas que se han visto, inventariado, capturado, etc. Para determinar la probabilidad se necesita calcular los grados de libertad (ν) para la prueba. Se calcula ν como el número de clases - 1.

7.3.2. Coeficiente de correlación de Spearman

El Coeficiente de correlación de Spearman, ρ (rho), es una prueba no paramétrica que mide la asociación entre dos variables discretas. Para calcular ρ , los datos son ordenados y reemplazados por su respectivo orden.

El estadístico ρ viene dado por la expresión:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum D^2}{N(N^2 - 1)}$$

Donde D es la diferencia entre los correspondientes valores de x - y . N es el número de parejas.

Se tiene que considerar la existencia de datos idénticos a la hora de ordenarlos, aunque si éstos son pocos, se puede ignorar tal circunstancia.

Para muestras mayores de 20 observaciones, podemos utilizar la siguiente aproximación a la distribución t de Student:

$$t = \frac{\rho}{\sqrt{(1 - \rho^2)/(n - 2)}}$$

La interpretación de coeficiente de Spearman es igual que la del coeficiente de correlación de Pearson. Oscila entre -1 y +1, indicándonos asociaciones negativas o positivas respectivamente.

7.3.3. Pruebas de correlación

Utilice este módulo para medir y probar la correlación lineal entre dos variables cuantitativas, cualitativas ordinales, incluso binarias. XLSTAT propone los tres coeficientes de correlación más clásicos para medir y probar la intensidad de la relación lineal entre dos variables:

- **Correlación de Pearson:** covarianza de las variables comparadas, estandarizadas por varianzas, o lo que viene a ser lo mismo, covarianza calculada sobre los datos centrados-reducidos.
- **Correlación de Spearman:** coeficiente de correlación no paramétrico, estrictamente equivalente al coeficiente de correlación de Pearson calculado sobre los rangos de valores.
- **Correlación de Kendall:** coeficiente de correlación no paramétrico, es decir, calculado sobre los rangos de los valores.

VIII. RESULTADOS

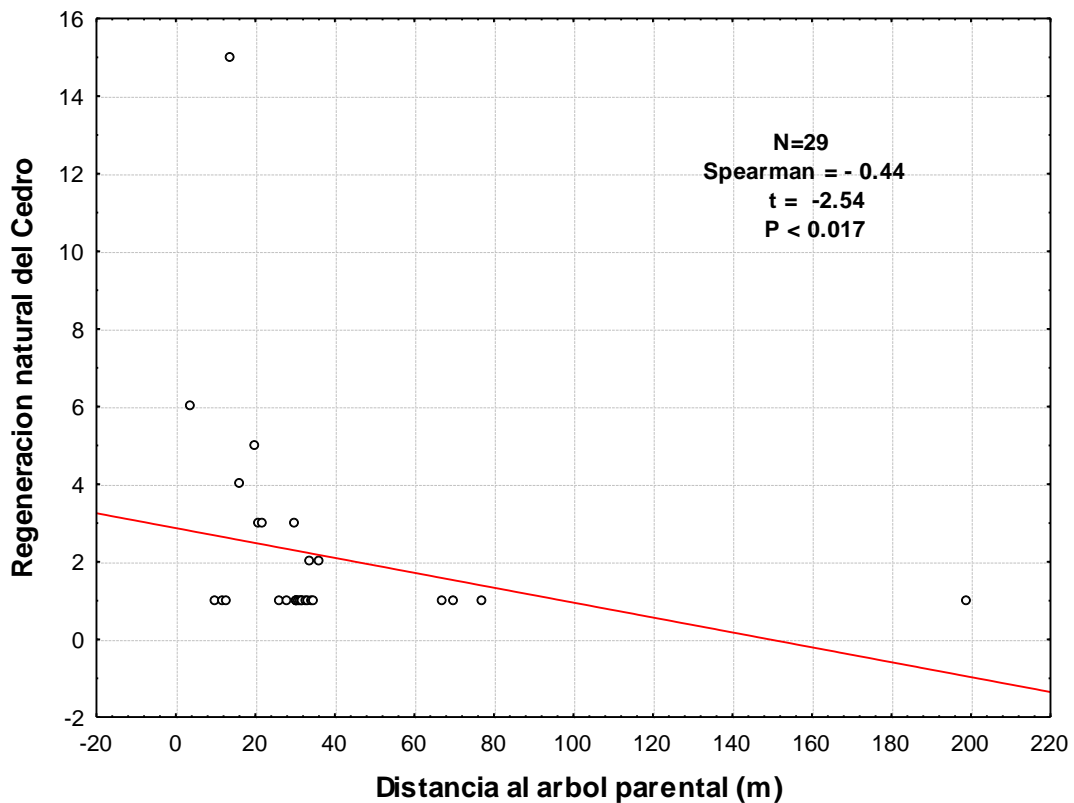
8.1. Asociación entre la distancia y abundancia de individuos de las especies en estudio.

8.1.1. Asociación entre la distancia y regeneración natural de *Cedrela odorata*.

En un universo de estudio de 04 árboles parentales, se registraron 57 individuos (regeneración). La regeneración de la especie *Cedrela odorata* del Fundo San Antonio esta asociado a la distancia del árbol parental (Spearman = -0.44; $P < 0.017$). Asimismo, nos indica que tiene una correlación negativa media y es significativo en un nivel de confianza de 90 a 95 % (Ver Fig. 1).

Es decir, a medida que nos alejamos de la planta madre, la densidad plántulas se va haciendo menor, y consecuentemente, puede ser más difícil la localización por parte de predadores, o pueden resultar menos atractivos porque el esfuerzo de búsqueda es mayor. En consecuencia, las plántulas tendrían mayor probabilidad de sobrevivir a distancias relativamente largas.

Figura 1. Correlación de Spearman entre la distancia al árbol parental y abundancia de la regeneración natural del Cedro (*Cedrela odorata*).

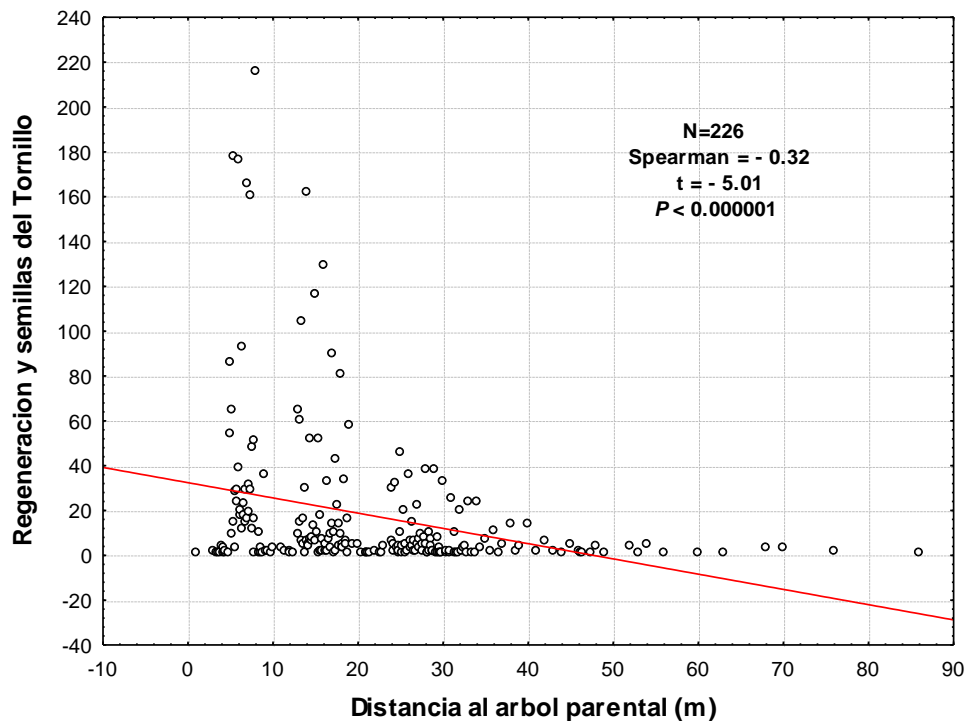


8.1.2. Asociación entre la distancia y regeneración natural de *C. catanaeformis*.

En un universo de estudio de 04 árboles parentales, se registraron 239 individuos (regeneración). La regeneración y dispersión de semillas de la especie *Cedrelinga catanaeformis* del Fundo San Antonio, esta asociado a la distancia del árbol parental (Spearman = -0.32; $P < 0.000001$). Asimismo, nos indica que el coeficiente es significativo, tiene una correlación negativa baja y la probabilidad de cometer un error es menor a 5 % (Ver Fig. 2).

A medida que nos alejamos de la planta madre, la densidad de semillas y plántulas se va haciendo menor, y consecuentemente, puede ser más difícil la localización por parte de predadores, o pueden resultar menos atractivos porque el esfuerzo de búsqueda es mayor. En consecuencia, semillas y plántulas tendrían mayor probabilidad de sobrevivir a distancias relativamente largas.

Figura 2. Correlación de Spearman entre la distancia al árbol parental y abundancia de la regeneración natural y semillas del tornillo (*Cedrelinga catanaeformis*).

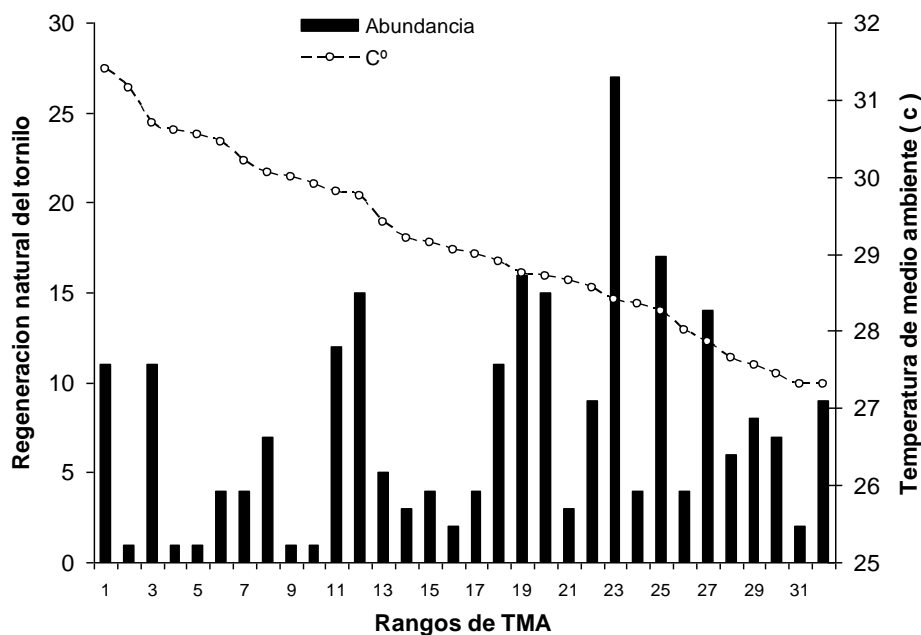


8.2. Análisis de la relación de las especies en estudio y las variables ambientales.

8.2.1. Análisis entre variables ambientales y *Cedrelinga catanaeformis*.

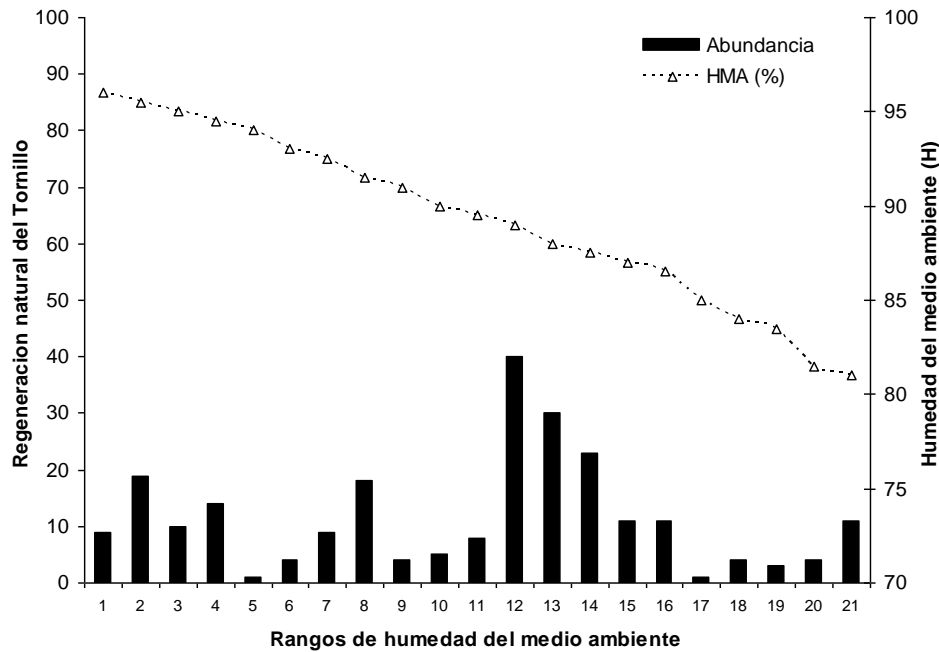
La regeneración de la especie *Cedrelinga catanaeformis* del Fundo San Antonio esta asociado a temperatura ambiental (Spearman = -0.304237; $P > 0.090465$). Sin embargo no es significativa la correlación (Ver Fig. 3). Es decir que dentro de un radio de 100 metros del árbol parental, la temperatura del medio ambiente presenta cambios y la probabilidad de encontrar con la regeneración natural de nuevos individuos no esta en base al factor en mención, posiblemente este ligado al conjunto de factores ambientales y bióticos del nicho ecológico.

Figura 3. Correlación entre Regeneración Natural *Cedrelinga catanaeformis* y Temperatura del medio ambiente.



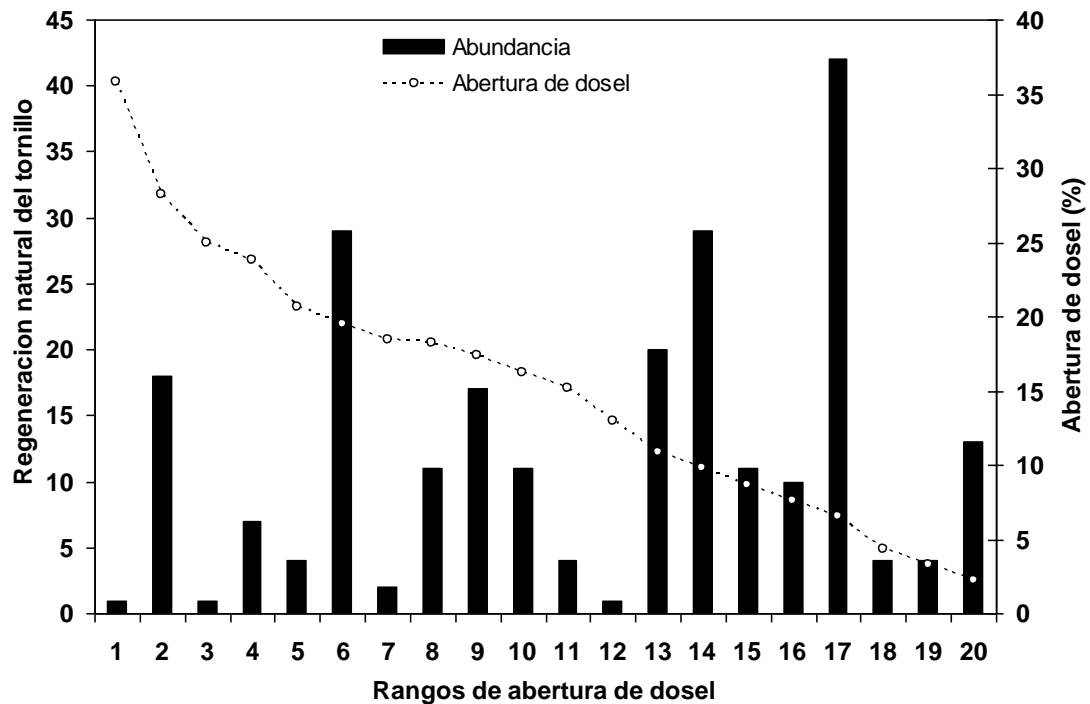
Asimismo la regeneración natural es correlativo (muy baja) cuando la humedad del medio ambiente tiende a incrementarse (Spearman = 0.154702; $P > 0.0503131$), sin embargo no es significativo. Estos indicadores muestran que existe asociación entre la regeneración y la humedad del medio ambiente, es decir que su distribución de individuos es más asar y no hay significancia por un tipo de humedad del medio donde habita (Ver Fig. 4).

Figura 4. Correlación entre Regeneración Natural *Cedrelinga catanaeformis* y Humedad del medio ambiente.



La luz es un factor importante en la germinación de semillas y el establecimiento de plántulas. La regeneración de la especie *Cedrelinga catanaeformis* del Fundo San Antonio, esta negativamente asociado con la abertura de dosel (Spearman = -0.192070; $P > 0.429375$), sin embargo esta correlación no es significativa. Los resultados son preliminares, es por ello que no existe asociación. Sin embargo por observaciones en campo se puede afirmar que se encontró abundante plántulas en los claros con sotobosques ralos. Para reforzar estas afirmaciones necesita aumentar más el número de árboles parentales y distribución parcelas de evaluación (Ver Fig. 5).

Figura 5. Correlación entre Regeneración Natural *Cedrelinga catanaeformis* y abertura de dosel.



8.2.2. Análisis entre las variables ambientales y *Cedrela odorata*.

La asociación entre la cobertura del dosel y la regeneración de individuos de *Cedrela odorata*, presenta correlación baja (Spearman = 0.243903; $P > 0.381020$), sin embargo no es significativo. Según el gremio ecológico de la *Cedrela odorata*, es una heliofita durable – dependiente de grandes cantidades de luz – a mayor abertura (30 – 95%) de dosel, se encuentran mayores individuos alrededor del árbol parental, sin embargo alrededor de los árboles evaluados no se encontró claros o doseles abiertos y su distribución de la regeneración natural es casi equitativo en doseles abiertos y semicerrados (Ver Fig. 6).

La asociación entre la temperatura del medio ambiente y la regeneración de individuos de *Cedrela odorata* del Fundo San Antonio, presenta correlación muy baja (Spearman = -0.063175; $P > 0.853597$) y no es significativa. Sin embargo por observaciones en campo existe mayor abundancia en un rango promedio de 27 a 35 C°, asimismo al incrementarse la temperatura del medio ambiente la regeneración natural será variable encontrar nuevos individuos entorno al árbol parental (Ver Fig. 7).

Figura 6. Correlación entre Regeneración Natural de *Cedrela odorata* y abertura de dosel

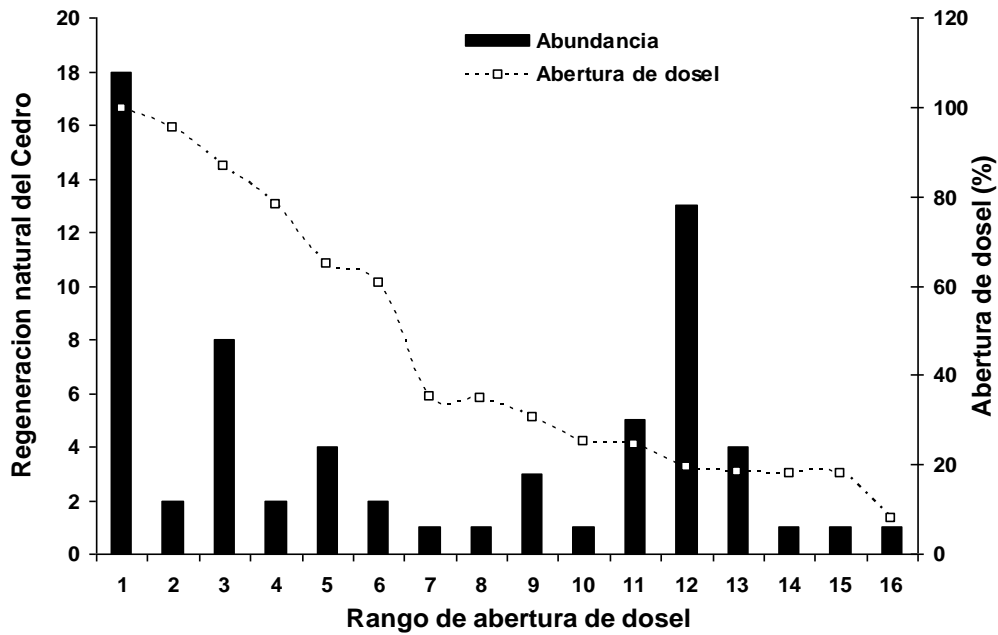
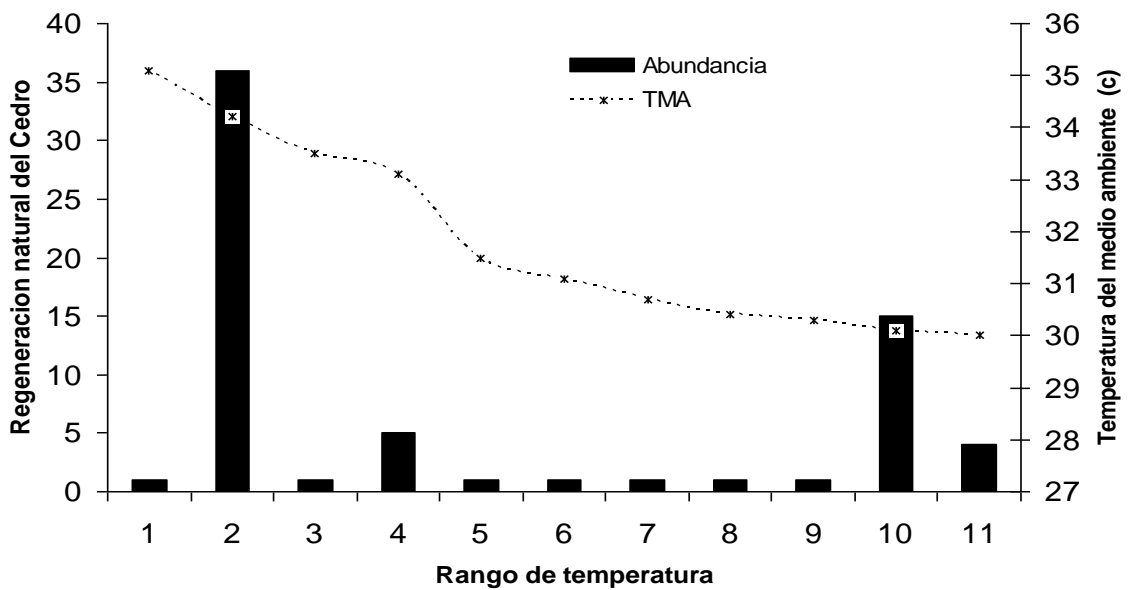
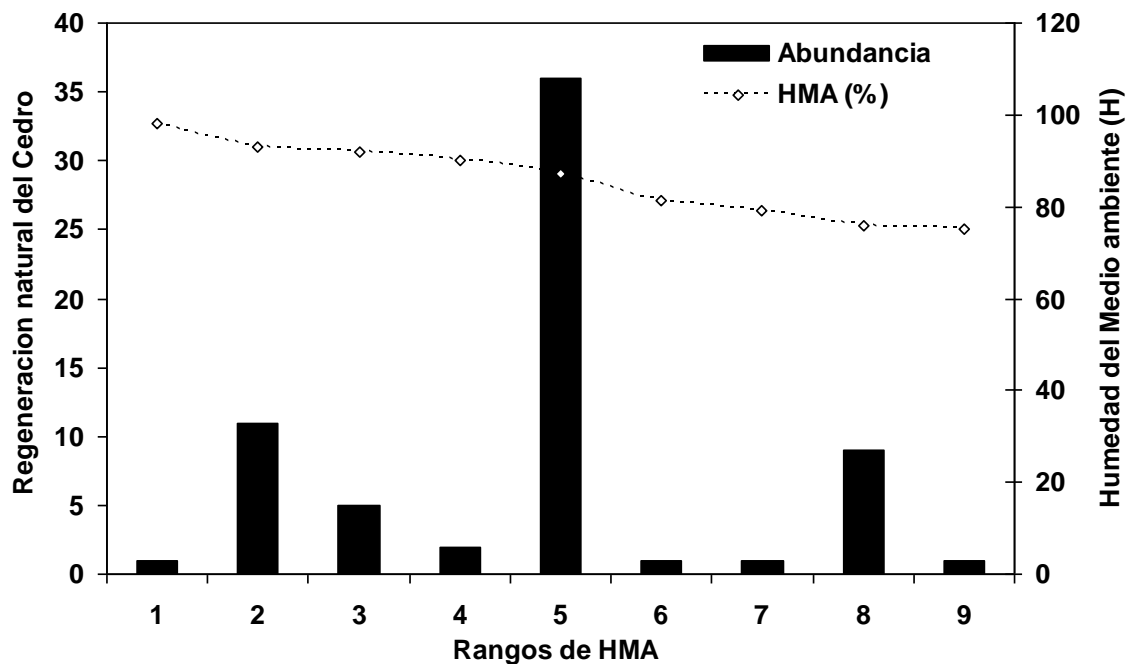


Figura 7. Correlación entre Regeneración Natural de *Cedrela odorata* y temperatura del medio ambiente.



La regeneración de la especie *Cedrela odorata* del Fundo San Antonio, tiene una asociado baja al contenido de humedad del medio ambiente (Spearman = 0.217597; $P > 0.573835$), sin embargo no es significativa. Asimismo al incrementarse la humedad del medio ambiente la regeneración natural será variable encontrar nuevos individuos entorno al árbol parental (Ver Fig. 8).

Figura 8. Correlación entre Regeneración Natural *Cedrela odorata* y Humedad del medio ambiente.



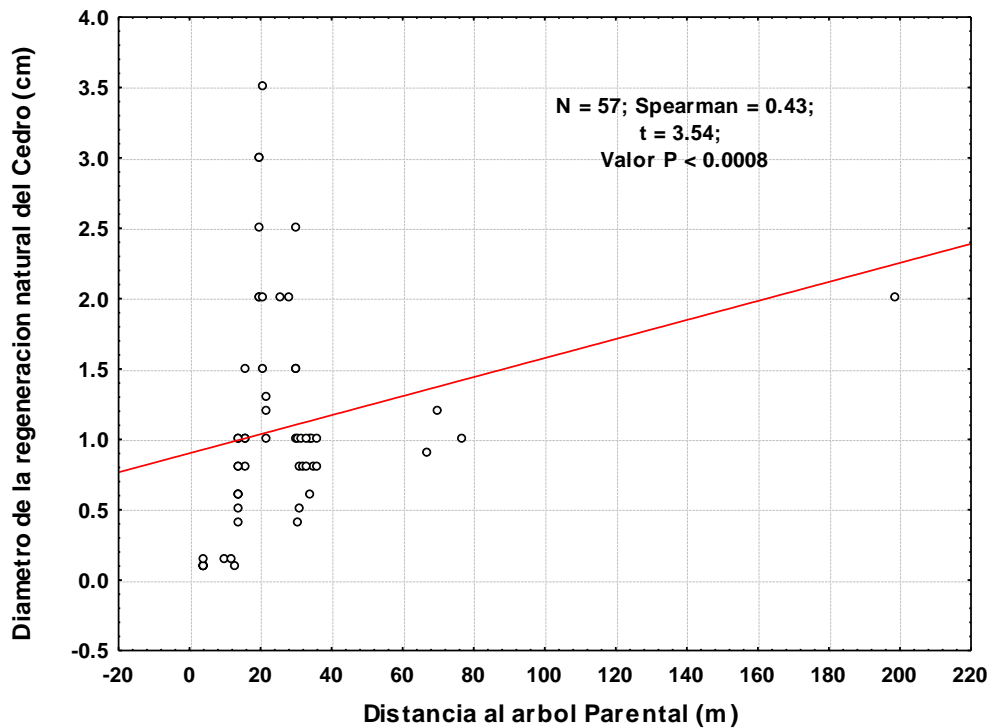
8.3. Asociación entre la distancia del árbol parental, el DAP y altura total de las especies forestales en estudio.

8.3.1. Correlación entre la altura total de regeneración natural de la especie *Cedrela odorata* y la distancia al árbol parental.

La altura total y la distancia al árbol parental de la especie *Cedrela odorata* del Fundo San Antonio, tiene una asociación muy baja y no es significativa (Spearman = 0.092791 $P > 0.492383$). Es decir que no presenta correlación alguna entre la distancia al árbol parental y la dispersión de las plántulas o regeneración natural (Ver Fig. 9).

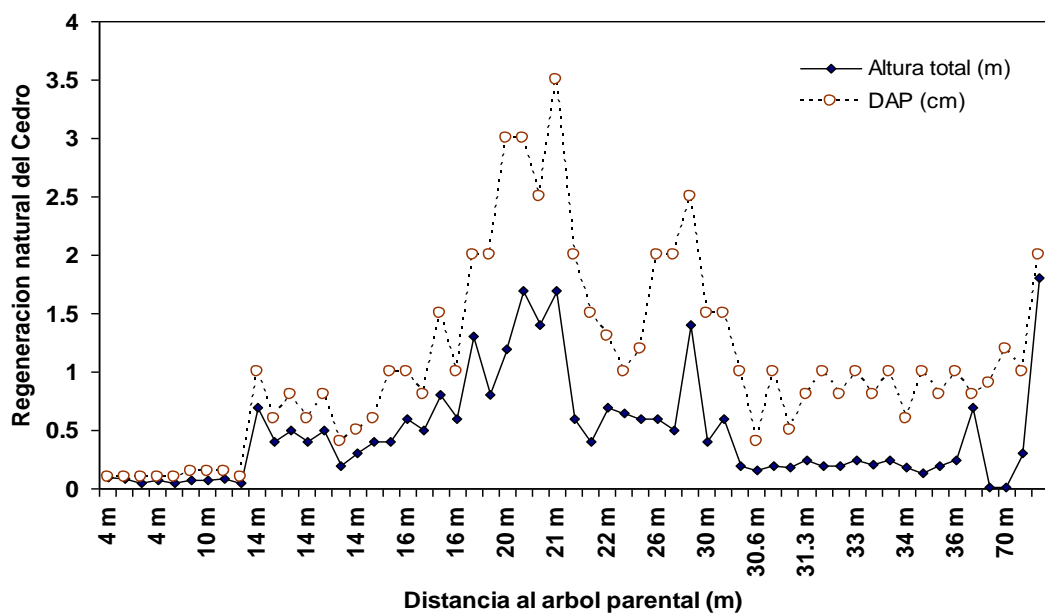
La asociación entre la distancia del árbol parental y el diámetro de la regeneración natural de la *Cedrela odorata* presenta una asociación de correlación significativa (Spearman = 0.431575; $P < 0.000803$). Así mismo la dispersión de individuos según sus diámetros se distribuyen desde los 14 - 30 m. del árbol parental, se incrementa el DAP del individuo, si se ubica a más distante del árbol parental (Ver Fig. 10).

Figura 9. Correlación entre el DAP de la regeneración natural de la especie *Cedrela odorata* y la distancia al árbol parental



Se considera la distribución del DAP y altura de la especie *Cedrela odorata* para el Fundo San Antonio, en un rango de 14 – 30 m. del árbol parental, incrementándose a los 70 m. la altura total de los individuos.

Figura 10. Distribución del DAP y altura de la *Cedrela odorata*.

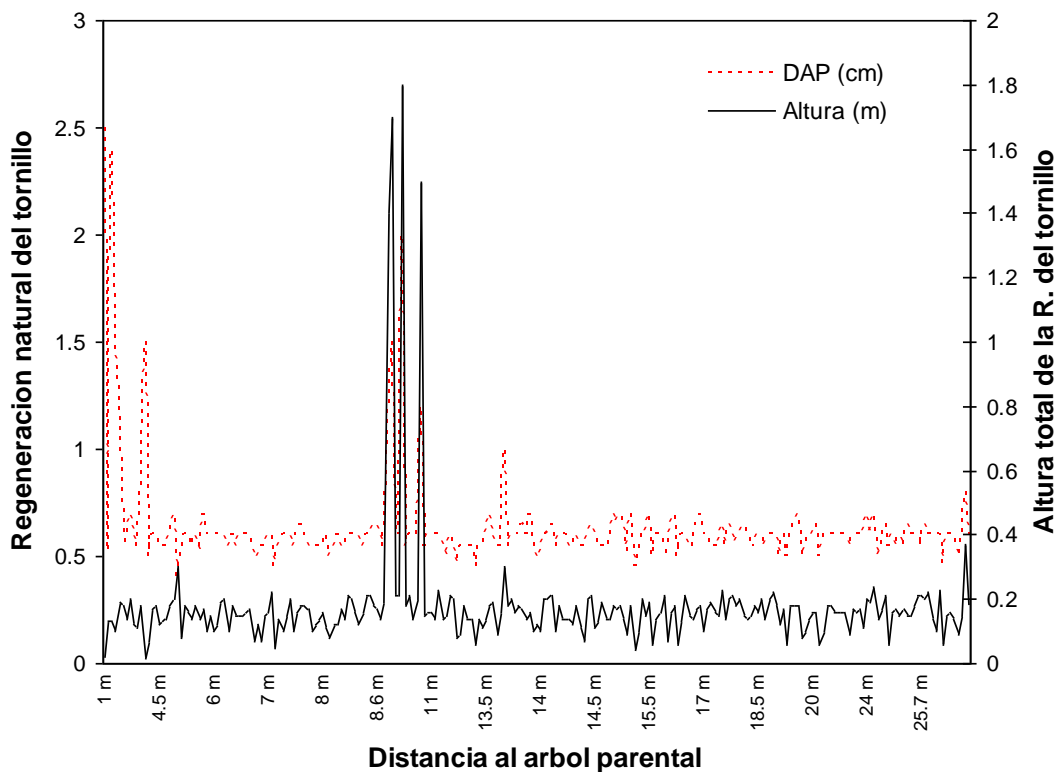


8.3.2. Correlación entre la altura total de la regeneración natural de la *Cedrelinga catanaeformis* y la distancia al árbol parental.

La regeneración y dispersión de semillas de la especie *Cedrelinga catanaeformis* del Fundo San Antonio, tiene una asociado baja a la altura total de la regeneración (Spearman = 0.102653; $P > 0.113457$) y no es significativa, es decir no presenta correlación entre la distancia al árbol parental y el crecimiento de individuos de la regeneración natural (Ver Fig. 11).

La asociación entre el DAP de la regeneración natural y la distancia al árbol parental, presenta correlación muy baja (Spearman = 0.029175; $P > 0.653606$) y no es significativa. La distribución del DAP y altura de la regeneración no están asociado a la distancia del árbol parental, donde en las primeras parcelas instaladas presentan entre 2 – 2.5 m. de altura y la regeneración con mayor DAP están cerca al árbol parental (Ver Fig. 11).

Figura 11. Distribución del DAP y altura de la *Cedrelinga catanaeformis*.



8.4. Densidad de la regeneración natural y semillas de *Cedrelinga catanaeformis*.

Para las sub-parcelas se registraron 239 individuos, en un área total de 508 m², con una densidad absoluta 0.5. Asimismo se registró un total de 3646 semillas con una densidad absoluta 7.2. Asimismo, las semillas y regeneración natural tienen una densidad de 7.64 (ver Cuadro 1). Asimismo presenta alta variación de regeneración natural entre especies de estudio.

Cuadro 1. Densidad de la regeneración natural y semillas de *Cedrelinga catanaeformis*.

Parcela	Área	Regeneración natural			Semillas			Densidad total de regeneración natural y semillas		
		Abundancia	D. Absoluta	D. Relativa	Abundancia	D. Absoluta	D. Relativa	Abundancia	D. Absoluta	D. Relativa
E-P1	9	16	0.031	6.695	388	0.764	10.642	404	0.795	10.399
E-P2	24	34	0.067	14.226	303	0.596	8.310	337	0.663	8.674
E-P3	50	5	0.010	2.092	134	0.264	3.675	139	0.274	3.578
E-P4	40	0	0.000	0.000	21	0.041	0.576	21	0.041	0.541
E-P5	4	22	0.043	9.205	0	0.000	0.000	22	0.043	0.566
N-P1	9	19	0.037	7.950	479	0.943	13.138	498	0.980	12.819
N-P2	24	19	0.037	7.950	240	0.472	6.583	259	0.510	6.667
N-P3	50	10	0.020	4.184	117	0.230	3.209	127	0.250	3.269
N-P4	40	0	0.000	0.000	16	0.031	0.439	16	0.031	0.412
N-P5	4	22	0.043	9.205	0	0.000	0.000	22	0.043	0.566
O-P1	9	11	0.022	4.603	448	0.882	12.287	459	0.904	11.815
O-P2	24	19	0.037	7.950	398	0.783	10.916	417	0.821	10.734
O-P3	50	1	0.002	0.418	136	0.268	3.730	137	0.270	3.526
O-P4	40	0	0.000	0.000	18	0.035	0.494	18	0.035	0.463
O-P5	4	11	0.022	4.603	0	0.000	0.000	11	0.022	0.283
S-P1	9	9	0.018	3.766	374	0.736	10.258	383	0.754	9.858
S-P2	24	18	0.035	7.531	364	0.717	9.984	382	0.752	9.833
S-P3	50	13	0.026	5.439	183	0.360	5.019	196	0.386	5.045
S-P4	40	0	0.000	0.000	27	0.053	0.741	27	0.053	0.695
S-P5	4	10	0.020	4.184	0	0.000	0.000	10	0.020	0.257
Total general	508	239	0.470	100.000	3646	7.177	100.000	3885	7.648	100.000

IX. DISCUSION

1. La regeneración de las especies *Cedrela odorata* y *Cedrelinga catanaeformis* del Fundo San Antonio, cumple los parámetros de dispersión con el modelo de Janzen-Connell es decir, el mantenimiento de la diversidad de especies en bosques tropicales (Janzen 1970, Connell 1971). Las pruebas de esta hipótesis, que predice que las plántulas reclutan con mejor éxito separadas por una cierta distancia de los adultos relacionados, manteniendo así una alta diversidad.
2. La dispersión de semillas de la especie *Cedrelinga catanaeformis* del Fundo San Antonio, disminuye a partir de la distancia a la planta madre. Por lo tanto, los sitios cercanos pueden resultar más atractivos a predadores, y posiblemente la predación aumentaría. A medida que nos alejamos de la planta madre, la densidad de semillas y plántulas se va haciendo menor, y consecuentemente, puede ser más difícil la localización por parte de predadores, o pueden resultar menos atractivos porque el esfuerzo de búsqueda es mayor. Harms *et al.* (2003) compara varios parámetros similares con el modelo de Janzen-Connell para determinar la diversidad de los bosques tropicales.
3. Los análisis de la relación de las especies en estudio y las variables ambientales para el Fundo San Antonio, al incrementarse la temperatura y la humedad del medio ambiente la regeneración será menor la probabilidad de encontrar regeneración natural de nuevos individuos entorno al árbol parental humedad del medio ambiente y abertura de bosque. Para la abertura de bosques para la especie *Cedrela odorata* requiere mayor abertura de dosel, según la clasificación de los grupos (gremios) ecológicos por Finegan (1993) y Quesada (2006), asocian al grupo de especies heliófitas durables –especies intolerables a la sombra de vida relativamente larga– asimismo Reynel *et al* (2003), cita a la *Cedrelinga catanaeformis* que es una especie con tendencia esciófita, presente en bosques primarios.

Los índices de temperatura encontrados para el Fundo San Antonio representan una correlación negativa entre el crecimiento de los árboles y la temperatura en un bosque húmedo. (Connell y Green 2000) sugirieron que al tiempo que las

temperaturas se elevan en bosques tropicales, la tasa de respiración aumenta más que la tasa de fotosíntesis y, por tanto, la productividad disminuyen. Si las temperaturas aumentan como resultado de la explotación selectiva, la productividad puede disminuir y también las tasas reproductivas. La temperatura del aire también puede actuar como señal reproductiva, como sugiere la correlación entre temperaturas del aire y los horarios fructíferos supra-anales de los árboles de la selva en Queensland, Australia y Costa Rica.

4. Para las sub-parcelas se registraron 239 individuos, en un área total de 508 m², con una densidad absoluta (0.5.). Asimismo se registró un total de 3646 semillas con una densidad absoluta (7.2). Harms *et al.* (2003) demuestra que la producción de semillas se puede limitar por la disponibilidad del polen adecuado o por la disponibilidad de recursos. Además, los organismos que comen frutas y semillas pueden dañar o matar las semillas antes de que abandonen la planta maternal.

X. CONCLUSIÓN

1. La regeneración de la especie *Cedrela odorata* del Fundo San Antonio esta asociado a la distancia del árbol parental (Spearman = -0.44; P<0.017). Asimismo, nos indica que tiene una correlación positiva y es significativo en un 90 a 95 % probabilidad. Es decir, ha medida que nos alejamos de la planta madre, la densidad plántulas se va haciendo menor, y consecuentemente, puede ser más difícil la localización por parte de predadores, o pueden resultar menos atractivos porque el esfuerzo de búsqueda es mayor. En consecuencia, las plántulas tendrían mayor probabilidad de sobrevivir a distancias relativamente largas.

La regeneración y dispersión de semillas de la especie *Cedrelinga catanaeformis* y *Cedrela odorata* del Fundo San Antonio, esta asociado a la distancia del árbol parental (Spearman = -0.32; P<0.000001). Asimismo, nos indica que el coeficiente es significativo, tiene una correlación negativa, la probabilidad de cometer el error menores a 5 %.

2. Las variables ambientales para la regeneración de la especie *Cedrelinga catanaeformis* del Fundo San Antonio esta asociado a temperatura ambiental (Spearman = -0.304237; $P > 0.090465$), sin embargo no es significativo. Estos indicadores muestran mientras más sube o baja la temperatura y humedad, será variable encontrar regeneración natural alrededor del árbol parental.

Con respecto entre las Variables ambientales y regeneración de *Cedrela odorata*. Presenta asociación baja entre la cobertura del dosel y la regeneración de individuos de *Cedrela odorata*, presenta una correlación muy baja y no es significativa (Spearman = 0.243903; $P > 0.381020$). Según el gremio ecológico de la *Cedrela odorata*, es una heliofita durable –dependiente de grandes cantidades de luz– a mayor abertura (30 – 95%.) de dosel, se encuentran mayores individuos alrededor del árbol parental.

3. La correlación entre la altura total de regeneración natural de la especie *Cedrela odorata* y la distancia al árbol parental el diámetro de la regeneración natural de la *Cedrela odorata* presenta una asociación media y es altamente significativa (Spearman = 0.431575; $P < 0.000803$). Así mismo la dispersión de individuos según sus diámetros se distribuyen desde los 14 - 30 m. del árbol parental, se incrementa el DAP del individuo, si se ubica a más distante del árbol parental.

La regeneración y dispersión de semillas de la especie *Cedrelinga catanaeformis* del Fundo San Antonio, presente baja asociación entre la distancia al árbol y la altura total de la regeneración (Spearman = 0.102653; $P > 0.113457$), sin embargo no es significativo. Asimismo la asociación entre el DAP de la regeneración natural y la distancia al árbol parental, presenta una correlación bien baja (Spearman = 0.029175; $P > 0.653606$) y no es significativa. La distribución del DAP y altura tienen baja relación a la distancia del árbol parental, donde en las primeras parcelas instaladas presentan entre 2 – 2.5 m. de altura y la regeneración con mayor DAP están cerca al árbol parental

4. La densidad de la regeneración natural y semillas de *Cedrelinga catanaeformis*. Para las sub-parcelas se registraron 239 individuos, en un área total de 508 m², con una densidad absoluta 0.5. Asimismo se registró un total de 3646 semillas

con un densidad absoluta 7.2. La densidad de semillas y regeneración natural de *Cedrela odorata* es escasa alrededor del árbol parental, sin embargo de *Cedrelinga catanaeformis* es alta. En ambos casos tienen alta variación de regeneración natural o poca sobrevivencia de individuos (Cedro) con respecto a la distancia al árbol parental.

XI. RECOMENDACIÓN

1. Realizar este tipo de estudio para otras especies del Fundo San Antonio y los bosques tropicales.
2. Aplicar la metodología empleada para determinar la variabilidad ambiental de las especies en otras áreas de interés científico.
3. Comparar el método de Janzen-Connell para definir parámetros de herbívora, depredación, dispersión de semillas y plántulas alrededor de especies parentales de importancia económica, ecológica y social.
4. Instalar parcelas de monitoreo permanente en los Fundos de la UNSAAC, por ser parches de bosques remanentes y potenciales de arboles semilleros.
5. El Fundo San Antonio presenta una abundancia significativa en los géneros *Cedrelinga* y *Cedrela*. Un potencial índice de producción de semillas para el género *Cedrelinga*, potenciar incitativas de re-poblamiento y manejo de viveros.

XII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ANIA, 2004. Ordenamiento del Área de Recursos Naturales del BONI de Puerto Maldonado. Resultados de los Primeros Trabajos de Campo.
- BRAY, J. & T. CURTIS. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological monographs*. 27: 325 – 349
- CINTRA, R. 1997. A test of the Jansen-Connell model with two common tree species in Amazonian forest. *Journal of Tropical Ecology* 13: 611-638.
- CLARK, D.A., Piper, S.C., Keeling, C.D. y Clark, D.B. 2003. Tropical rainforest tree growth and atmospheric carbon dynamics linked to interannual temperature variation during 1984-2000. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 100: 5852-5857.
- CONNELL, J.H. Y GREEN, P.T. 2000. Seedling dynamics over thirty-two years in a tropical rain forest tree. *Ecology* 81: 568-584.
- DALLING, J. 1996. Investigación de la comunidad y densidad de semillas latentes en el suelo. Pág. 124-125. En G. S. Gilbert y M. Mejía (editores). 2002. Manual para las investigaciones de Biología de campo. Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panamá.
- DALLING, J.W., MULLER-LANDAU, H.C., WRIGHT, S.J. Y HUBBELL, S.P. 2002. Role of dispersal in the recruitment limitation of neotropical pioneer species. *Journal of Ecology* 90: 714-727.
- FINEGAN, B. 1993. Bases ecológicas para la silvicultura. Parte I. VI Curso Intensivo de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba. CR. 222 p.
- GLENN D.C., PEET R.K. y VEBLEN T.T. 1992. *Plant Succession. Theory and Prediction*. Chapman & Hall.
- JIMÉNEZ. M. 2007. Censo florístico con el uso de transectos en bosques de la concesión Río los Amigos Madre de Dios. Informe de Practicas Pre-Profesionales
- HUSTON M. 1995. *Biological Diversity*. Cambridge University Press.
- HUBBELL S.P. 2001. *The Unified Theory of Biodiversity and Biogeography*. Princeton University Press.
- HARMS, K. E. y PAINE, C. E. T. 2003. Regeneración de árboles tropicales e implicaciones para el manejo de bosques naturales. *Ecosistemas* 2003/3 (URL: <http://www.aeet.org/ecosistemas/033/revision2.htm>)

- HAIRSTON, N.G., F.E. SMITH Y L.B. SLOBODKIN. 1960. Community structure, population control, and competition. *American Naturalist* 94: 421-425.
- LAMPRECHT, H. 1990. *Silvicultura en los Trópicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas, posibles y métodos para un aprovechamiento sostenido*. GTZ. República Federal Alemana.
- ARSON, B. y BARRETT, S. 2000. A comparative analysis of pollen limitation in flowering plants. *Biological Journal of the Linnean Society* 69: 503-520.
- LAMAN, T.G. 1996. Ficus seed shadows in a Bornean rain forest. *Oecologia* 107: 347-355.
- MAQUERA, N. 2006. Informe de Prácticas Pre-profesionales: Caracterización de Bosques según la composición Florística, en la Concesión de Ecoturismo – Reserva Ecológica de INKA TERRA ASOCIACIÓN – Madre de Dios”. Puerto Maldonado.
- MARON, J. y GARDNER, S. 2000. Consumer pressure, seed versus safe-site limitation, and plant population dynamics. *Oecologia* 124: 260-269.
- MACARTHUR, R.H. y WILSON, E.O. 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton University Press, Princeton, NJ, USA.
- MELO, O. y VARGAS R. 2003. *Evaluación Ecológica y Silvicultural de Ecosistemas Boscosos*. Universidad del Tolima. Facultad de Ingeniería Forestal. Ibagué. 183 P.
- PHILLIPS, O. & BAKER, T. 2002. Manual de campo para el establecimiento y remediación de subparcelas permanentes. RAINFOR. Pp: 2-22.
- ITMAN, N.C.A., TERBORGH, J., SILMAN, M.R. Y NUÑEZ, P. 1999. Tree species distributions in an upper Amazonian forest. *Ecology* 80: 2651-2661.
- RICKLEFS, R. E. 2001. *Economía da natureza*. 5ta Edición. Editora Guanabara Koogan S.A. Brazil.
- SOTO, A. 2005. Patrones espaciales de distribución de dos especies de árboles de bosque húmedo tropical. Curso de Biología Tropical. Universidad de Montana. CICRA. pp. 18 – 26
- SUCA, R. 2007. *Diversidad y Distribución de la Familia Fabaceae en el Centro De Capacitación San Antonio – FCFMA – UNSAAC, Puerto Maldonado, Madre de Dios, informe de seminario*.
- WHITMORE, T.C. 1983. Secondary succession from seed in tropical rain forest. *Forestry Abstracts*. 44(12):767-779.

FOTOS

Foto 1. Ubicación de especie una especie dominante parental



Foto 2. Instalación de parcelas y sub-parcelas



Foto 3. Metodología y medidas de variables ambientales



Foto 4. Plántulas de *Cedrela odorata*



Foto 5. Plántulas de *Cedrelinga catanaeformis*



Foto 6. Semilla depredada de *Cedrelinga catanaeformis*



Foto 6. Vitalidad de una plántula de *Cedrelinga catanaeformis*

