



UNAP



FACULTAD DE AGRONOMÍA

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS

**FACTORES AMBIENTALES Y SU INFLUENCIA SOBRE EL
CRECIMIENTO DE PLANTAS FORESTALES EN EL
CIEFOR PUERTO ALMENDRA – IQUITOS - 2018**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS EN
GESTIÓN AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR: BENJAMÍN ELIAS RAMOS IPARRAGUIRRE
ASESOR : ING. LUIS ARTURO MACEDO BARDALES MSC.**

IQUITOS, PERÚ

2020



UNAP



FACULTAD DE AGRONOMÍA

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS

**FACTORES AMBIENTALES Y SU INFLUENCIA SOBRE EL
CRECIMIENTO DE PLANTAS FORESTALES EN EL
CIEFOR PUERTO ALMENDRA – IQUITOS - 2018**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS EN
GESTIÓN AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR: BENJAMÍN ELIAS RAMOS IPARRAGUIRRE
ASESOR : ING. LUIS ARTURO MACEDO BARDALES MSC.**

IQUITOS, PERÚ

2020



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
081-2019-OAA-EPG-UNAP

Con Resolución Directoral N° 1099-2019-EPG-UNAP, se autoriza la sustentación de la tesis: "FACTORES AMBIENTALES Y SU INFLUENCIA SOBRE EL CRECIMIENTO DE PLANTAS FORESTALES EN EL CIEFOR PUERTO ALMENDRA – IQUITOS – 2018", teniendo como jurados a los siguientes profesionales:

Ing. Rodil Tello Espinoza, Dr.	Presidente
Ing. Angel Eduardo Maury Laura, Dr.	Miembro
Ing. Rafel Chávez Vásquez, Dr.	Miembro
Ing. Luis Arturo Macedo Bardales, MSc.	Asesor

A los Nueve días del mes de Diciembre del 2019, a horas 9:00 a.m., en el Auditorio de la Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, se constituyó el Jurado Evaluador y dictaminador, para presenciar y evaluar la sustentación de la tesis: "FACTORES AMBIENTALES Y SU INFLUENCIA SOBRE EL CRECIMIENTO DE PLANTAS FORESTALES EN EL CIEFOR PUERTO ALMENDRA – IQUITOS – 2018" presentado por el señor BENJAMIN ELIAS RAMOS IPARRAGUIRRE, como requisito para obtener el Grado Académico de Maestro en Ciencias en Gestión Ambiental que otorga la UNAP de acuerdo a la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

Después de haber escuchado la sustentación y luego de formuladas las preguntas, éstas fueron:

..... *Abusivo y sin fundamento*

El Jurado, después de la deliberación correspondiente en privado, llegó a las siguientes conclusiones, la sustentación es:

1. Aprobado como: a) Excelente () b) Muy bueno () c) Bueno ()

2. Desaprobado: ()

Observaciones :

A Continuación, el Presidente del Jurado, da por concluida la sustentación, siendo las... *18:11*... a.m. del día Nueve de Diciembre del 2019; con lo cual, se le declara al sustentante... *apro*..... para recibir el Grado Académico de Maestro en Ciencias en Gestión Ambiental.

[Signature]
Ing. Rodil Tello Espinoza, Dr.
Presidente

[Signature]
Ing. Rafel Chávez Vásquez, Dr.
Miembro

[Signature]
Ing. Angel Eduardo Maury Laura, Dr.
Miembro

[Signature]
Ing. Luis Arturo Macedo Bardales, MSc.
Asesor

TESIS APROBADA EN SUSTENTACIÓN PÚBLICA EL
DÍA09.... MESDICIEMBRE.... AÑO 2019, EN EL AUDITORIO DE LA
ESCUELA DE POSTGRADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA
AMAZONIA PERUANA, EN LA CIUDAD DE IQUITOS-PERÚ.



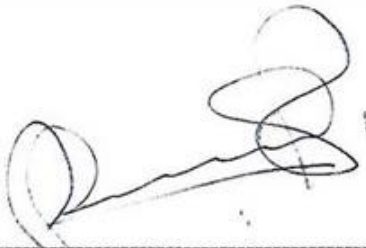
Ing. RODIL TELLO ESPINOZA Dr.
Presidente



Ing. RAFAEL CHAVEZ VASQUEZ, Dr.
Miembro



Ing. ANGEL EDUARDO MAURY LAURA, Dr.
Miembro



Ing. MSc. LUIS ARTURO MACEDO BARDALES
Asesor

A Dios. Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

En memoria a mi padre José Ramos Pastor, quien ha sabido darme su ejemplo de trabajo y honradez, además de su infinita bondad y amor. También está dedicado a mi madre, quien me enseñó que incluso la tarea más grande se puede lograr si se hace un paso a la vez.

A mi amada esposa Merli López Ruiz, que me dio todo el apoyo en los proyectos que emprendía.

A mis hijos Benjamín, Jerry y Karla, que fueron los motivos de mi esfuerzo y superación día a día para lograr mi objetivo.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida, a mi familia por todo lo que significan para mí y a las autoridades de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, por habernos brindado la oportunidad de promover nuestro desarrollo profesional.

Al Ing. Luis Arturo Macedo Bardales por su orientación en el presente trabajo de investigación.

A los Ing. Jorge Luis Rodríguez Gómez, Dr. Ing. Ángel Eduardo Maury Laura, Dr. Por el constante apoyo y sus valiosos comentarios.

A los compañeros de estudio de la Maestría en Gestión Ambiental por haberme brindado su amistad y apoyo en los trabajos encargados.

Al coordinador de la Maestría, Ing. Jorge Enrique Bardales Manrique, Dr.; por su paciencia, dedicación y preocupación para que las asignaturas se desarrollaron sin ningún atraso.

A los miembros del jurado del presente trabajo de Investigación, por su orientación en el desarrollo de la tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Páginas
Carátula	i
Contracaratula	ii
Acta de sustentación	iii
Jurado	iv
Agradecimiento	vi
Índice de contenido	vii
Índice de tablas	viii
Resumen	ix
Abstract	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.2. Bases teóricas	6
1.3. Definición de términos básicos	26
CAPÍTULO II: VARIABLES E HIPÓTESIS	28
2.1. Variables y su operacionalización	28
2.2. Formulación de la hipótesis	28
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	29
3.1. Tipo y diseño de la investigación	29
3.2. Población y muestra	29
3.3. Técnicas e instrumentos	29
3.4. Procedimientos de recolección de datos	29
3.5. Técnicas de procesamientos y análisis de los datos	30
3.6. Aspectos éticos	30
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	31
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	40
CAPÍTULO VI: PROPUESTA	42
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES	43
CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES	44
CAPÍTULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
ANEXOS	
Anexo 1: Matriz de consistência	
Anexo 2: Consentimiento Informado	
Anexo 3: Pruebas de normalidad y de homogeneidad de variancias de las variables en estudio	

ÍNDICE DE TABLAS

	Páginas
Tabla 01. Variables de crecimiento por especie y factores ambientales	31
Tabla 02. Promedio y Desviación estándar de los factores ambientales	31
Tabla 03. Análisis de la Varianza del crecimiento inicial de las especies y fechas de evaluación	32
Tabla 04. Promedio, Desviación estándar y prueba de Tukey (Alfa=0,05)	33
Tabla 05. Matriz de correlación de la temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y radiación solar con el crecimiento diamétrico de la caoba.	34
Tabla 06. Matriz de correlación de la temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y radiación solar con el crecimiento diamétrico del cedro.	34
Tabla 07. Matriz de correlación de la temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y radiación solar con el crecimiento diamétrico de la marupá.	35
Tabla 08. Matriz de correlación de la temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y radiación solar con el crecimiento diamétrico del tornillo.	35
Tabla 09. Matriz de correlación de la temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y radiación solar con el crecimiento en altura total caoba	36
Tabla 10. Matriz de correlación de la temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y radiación solar con el crecimiento altura total cedro	36
Tabla 11. Matriz de correlación de la temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y radiación solar con el crecimiento altura total marupá	37
Tabla 12. Matriz de correlación de la temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y radiación solar con el crecimiento altura total tornillo	37
Tabla 13. Matriz de correlación de la temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y radiación solar con el diámetro de copa en caoba	38
Tabla 14. Matriz de correlación de la temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y radiación solar con el diámetro de copa en cedro	38
Tabla 15. Matriz de correlación de la temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y radiación solar con el diámetro de copa en marupá	39
Tabla 16. Matriz de correlación de la temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y radiación solar con el diámetro de copa en tornillo	39

RESUMEN

En este estudio se evaluó los factores ambientales y su influencia en el crecimiento de plantas forestales en el CIEFOR de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. El trabajo fue experimental y se aplicó el diseño estadístico DBCA con 4 repeticiones y 5 tratamientos, la población lo conformo todos los plantones de caoba, cedro, marupá y tornillo instalados en el CIEFOR. Los resultados obtenidos fueron:

La especie caoba, cedro y marupá tuvieron similar crecimiento en diámetro inicial, con un promedio de 13,43 cm, 14,60 cm y 12,84 cm respectivamente; mientras que el tornillo estadísticamente tuvo el menor crecimiento con 7,9 cm.

En cuanto a la altura total el promedio fue estadísticamente similar en la caoba (72,95), marupá (81,17 cm) y tornillo (73,87 cm), pero el mayor crecimiento se observó en el cedro (118,9 cm). Por otro lado, el promedio del diámetro de la copa son estadísticamente similares el promedio de la caoba (55,75 cm), marupá (56,28 cm) y tornillo (49,86 cm); mientras que el diámetro de la copa del cedro fue estadísticamente superior a las demás especies (80,65 cm).

La matriz de correlación de la tabla 06, muestra que las variables ambientales no tienen correlación significativa con el crecimiento en diámetro en el cedro

Palabras claves: Factores ambientales, influencia, plantones, tratamientos, variable.

ABSTRACT

In this study, environmental factors and their influence on the growth of forest plants in the CIEFOR of the National University of the Peruvian Amazon were evaluate. The work was experimental and the DBCA statistical design with 4 repetitions and 5 treatments was applied, the population was made up of all the mahogany, cedar, marupá and screw seedlings installed in the CIEFOR. The results obtained were:

The mahogany, cedar and marupá species and similar growth in initial diameter, with an average of 13,43 cm, 14,60 cm and 12,84 cm respectively; while the screw statistically had less growth with 7,9 cm.

Regarding total height, the average was statistically similar in mahogany (72,95), marupá (81,17 cm) and screw (73,87 cm), but the greatest growth was observed in cedar (118,9 cm). on the other hand, the average of the diameter of the glass are statistically similar, the average of the mahogany (55,75 cm), marupá (56,28 cm) and screw (49,86 cm);while the diameter of the other species (80,65 cm).

The correlation matrix in Table 06 shows that the environmental variables have no significant correlation with the growth in diameter in the cedar.

Key words: Environmental factors, influence, plantations, treatments, variables.

INTRODUCCIÓN

Existe muy poca información sobre los efectos que producen los factores ambientales (T°, RS, PP y HR) sobre el crecimiento de las especies forestales (caoba, cedro, marupá y tornillo), especies de mucha demanda comercial a nivel local, nacional e internacional. Es sabido que el cambio climático viene afectando a todos los sistemas de producción sean estos forestales, agrícolas, pecuarios, etc., además las especies forestales prestan un servicio ambiental a la humanidad ya que para su desarrollo o crecimiento utilizan el Carbono que a través de la fotosíntesis le sirven de alimento para su crecimiento (**Julia Martínez y Adrián Fernández, 2004**).

En las instalaciones del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (CIEFOR-UNAP), se encuentra instalado el Arboretum “El Huayo” con un bosque natural de 16 ha, siendo estudiados las 10 primeras parcelas en los aspectos de “Caracterización Taxonómica y anatómica de especies forestales” (**Valderrama 2002**); sin embargo, por lo manifestado los conocimientos conocidos con mayor detalle sobre la influencia los factores ambientales en el crecimiento de estas especies servirán para tomar algunas medidas correctivas de tal manera que se pueda minimizar esta influencia, lo cual servirá para aumentar el soporte de productividad de la biomasa de estas especies; por eso es necesario que la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana a través de la Facultad de Ciencias Forestales inicien estudios sobre los efectos que producen los factores ambientales en el crecimiento de las especies forestales en esta parte de la selva baja amazónica, para que puedan obtener beneficios de los emergentes mercados de servicios de los ecosistemas y así financiar la conservación y el desarrollo sostenible a nivel local.

En la propuesta de investigación, se plantea los factores de estudio, la forma como influyen en el crecimiento de las especies como caoba, cedro, marupá y tornillo y también que efectos secundarios podría establecerse en el bosque. El interés por fomentar, en el establecimiento de las plantaciones

y su crecimiento, por la demanda que existe por los productos primarios y por los beneficios que brinda en materia de conservación y recuperación de áreas degradadas. Se considera de vital importancia, este trabajo porque se está en la búsqueda de recomendaciones prácticas para el manejo silvicultural de las plantaciones en el CIEFOR Puerto Almendra. Para lograr el objetivo se formula el siguiente problema: **¿en qué medida los factores ambientales influyen sobre el crecimiento de las especies forestales: caoba, cedro, marupá y tornillo en el CIEFOR – puerto almendra?**

El Objetivo general es evaluar los factores ambientales y su efecto sobre el crecimiento de las especies forestales de caoba, cedro, tornillo y marupá en el CIEFOR - Puerto Almendra. Asimismo, los objetivos específicos son:

- > Determinar si la temperatura influye sobre el crecimiento de especies forestales: caoba, cedro, marupá y tornillo.
- > Determinar si la humedad relativa influye sobre las especies forestales: caoba, cedro, marupá y tornillo.
- > Determinar si la precipitación pluvial influye sobre las especies forestales: caoba, cedro, marupá y tornillo.
- > Determina si la radiación solar influye sobre las especies forestales: caoba, cedro, marupá y tornillo.

En tal sentido con el presente trabajo de investigación busca determinar los factores ambientales que influyen en el crecimiento de plantas forestales en el CIEFOR localizado en el centro poblado de Puerto Almendra y que estos resultados sirvan para tomar decisiones futuras sobre la producción de estas especies maderable en beneficio de la región y de la humanidad porque también prestan un servicio ambiental por la captura de carbono que realizan durante su desarrollo vegetativo. Asociación de Agricultura Agroecológica- Puerto Maldonado-Perú (1994).

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

En el 2000, se realizó una investigación del tipo cualitativo, con diseño experimental simple al azar con 5 tratamientos y 3 repeticiones. La investigación determinó que el tratamiento que presentó el mayor incremento en altura fue el tratamiento 1 (t19) y el mayor incremento en diámetro fue en el tratamiento 2 (t2); y el trabajo concluyo que no existe diferencia significativa entre los tratamientos con el 95% de confianza. (Baluarte *et al* 2000)

Es en el 2003, algunos autores manifiestan que el cambio climático viene afectando a todos los sistemas de producción sean estos forestales, agrícolas o pecuarios, además las especies forestales prestan un servicio ambiental por que para su desarrollo utilizan carbono, este se acumula en la planta y es transportado por difusión a través de pequeñísimos poros de las hojas conocidos como estomas, a los sitios donde se lleva a cabo la fotosíntesis, cierta cantidad de este carbono regresa a la atmosfera otra cantidad se fija y se convierte en carbohidratos, estos se acumulan en las hojas, tallos y raíces, por lo tanto el crecimiento anual de las plantas es el resultado de la diferencia entre el carbono fijado y el respirado. (Reynel, *et al* 2003).

En el 2004, indican que una de las grandes limitaciones en nuestra región amazónica es sin lugar a duda el manejo inadecuado de los bosques lo cual crea grandes áreas deforestadas que tienen un impacto negativo en el medio ambiente. (Martínez J. y Fernández A. 2004).

En el año 2015, realizó un trabajo de inventario en el periodo 2013-2014, Esta investigación se realizó en el Centro de Investigación y Enseñanza Forestal. Puerto Almendra de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. En las parcelas permanentes de muestreo de los Bosques inundables. Para determinar el crecimiento, sobrevivencia, mortandad y calidad de 2 tipos de brinzales. Para el análisis de los datos se utilizó 6 fajas, determinadas con dimensiones de 100 m lineales cada faja, con distanciamiento entre fajas de 30m, dentro de cada faja, se

estableció parcelas de 2x2, 5x5 y 10x10 m² de un total de 36 unidades muestrales en un área de 600 m² en cada unidad de muestreo se evaluaron las siguientes categorías de brinzales: Brinzal 1 (B1) >de 0.30 m de altura hasta < de 1.20m de altura. Brinzal 2 (B2) ≥ de 1,20m de altura hasta < de 5cm de diámetro; con registro de datos antes, durante y después del Periodo de inundación, hecho los análisis se obtuvieron los siguientes resultados. 640 individuos, 38 especies y 23 familias. El incremento de altura en brinzal 1 fue 7.97m total con promedio de 0.22m y en el brinzal 2 de 10.72m total y promedio de 0.30m. El incremento en diámetro en brinzal 1 fue de 0.83cm total y promedio de 0.02cm y en el brinzal 2 fue un total de 0.88cm con promedio de 0.02cm. La sobrevivencia en el brinzal 1 fue de 121 plántulas. Promedio=3 plántulas. Para el Brinzal 2 fue de 215 plántulas. Promedio = 6 plántulas. La mortalidad en el Brinzal 1 fue 111 plántulas. Promedio de 3 plántulas. Para el Brinzal 2 fue 193 plántulas y promedio de 5 plántulas. De acuerdo al vigor de las especies y los indicadores de la calidad, se concluye que en este estudio se reportó para el brinzal 1 hay 121 plántulas de las cuales 106 fueron buenas y 15 regulares y para el Brinzal 2 reporto 215 plántulas de los cuales 201 plántulas fueron buenas y 14 plántulas fueron regulares; en términos porcentuales para el brinzal 1 el 87.60% fueron buenas y el 12.39% fueron regulares, para el brinzal 2 el 93.48% fueron buenas y el 6.51% fueron regulares (Bardales, 2015).

En el 2001, en la Convención sobre Cambio Climático (1992) los países industrializados convinieron en tomar medidas para estabilizar las concentraciones de gases que producen el efecto invernadero en la atmósfera. En la reunión de Kioto (1997), dichos países acordaron reducir en 5% esas emisiones, respecto a los niveles de 1990, entre 2005 y el 2012. La inversión de los países industrializados en sectores forestales (gestión de bosques naturales y plantaciones forestales) y de energía (generación de electricidad con fuentes renovables y eficiencia energética) puede ayudarlos a cumplir con sus compromisos adquiridos en la Convención sin tener que incurrir en los altos costos de hacerlo en sus países. Por ejemplo, mientras reducir una tonelada de carbono en un país industrializado cuesta entre 80 y 120 dólares, para un país en vía de desarrollo como es el caso de Costa Rica

fijar una tonelada de ese gas mediante la conservación o reforestación de su bosque se estima aproximadamente en 10 dólares la tonelada en 1998 (Chambi C., 2001).

En el 2001, como una de las acciones encaminadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero desde el sector Uso del Suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura (USCUSS), el Ministerio de Ambiente (MINAM) viene trabajando en la preparación e implementación de las acciones para reducir las emisiones derivadas de la deforestación y la degradación de los bosques, la conservación de las reservas de carbono forestal, la gestión sostenible de los bosques y el incremento de las reservas forestales de carbono (REDD+), todas estas actividades propuestas por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). De acuerdo a las últimas decisiones de la Conferencia de las Partes (COP), el nivel de referencia forestal o nivel de referencia de emisiones forestales así como la Medición, Reporte y Verificación, (MRV) de emisiones por fuente y remociones por sumidero para REDD+, deberán ser consistentes, transparentes, exhaustivos y exactos. (UNEP, 2001).

Unas de las principales causas del incremento GEI, es debido a la actividad antropogénica como: la deforestación de los bosques, cambios de uso de suelos, quema de combustibles fósiles y bosques. Según la FAO (2001), cerca de un tercio del calentamiento de la atmósfera y el cambio climático proviene de la agricultura, sobre todo de la deforestación, quema y descomposición de la materia orgánica (FAO 2001, citado por Suárez, 2004). Los ecosistemas terrestres juegan un papel importante en el ciclo global del carbono. Una política exitosa para el cambio climático debe tomar en consideración las dinámicas del ciclo terrestre del carbono en la atmósfera.

Kanninen (1992), manifiesta que los recursos forestales del mundo están disminuyendo a una velocidad alarmante, debido al mal aprovechamiento del recurso así como también a la irresponsabilidad de los países desarrollados por la fuerte emisión de gases que hoy emiten, se tiene que asegurar la regeneración de forma natural, por siembra directa o mediante plantaciones forestales.

Daniel, *et al.* (1982), propone que el tipo de preparación del terreno se debe elegir después de una evaluación de los factores ecológicos, fisiológicos, administrativos y sociales; el tratamiento debe resultar efectivo, barato y producir el mínimo desajuste ambiental. En la preparación del terreno se manipulan los factores físicos del microambiente (temperatura, radiación solar y evapotranspiración), el horizonte superficial del suelo, del bosque y vegetación competitiva (las condiciones y cantidad de ramas, 2 hojarasca y malezas), suelo (textura, porosidad capacidad de retención), factores bióticos (impacto potencial de animales, insectos, enfermedades y aves); para que el establecimiento sea seguro, las condiciones de estos factores deben ser favorables.

Locatelli (1999), en general, las plantas verdes absorben el CO₂ de la atmósfera a través de la fotosíntesis, para transformarlos en elementos de importancia para el crecimiento y desarrollo de los vegetales. El carbono, se deposita en el follaje, tallos y sistema radicular y principalmente en el tejido leñoso de los troncos y ramas principales de los árboles. Por esta razón los bosques son considerados importantes reguladores en el nivel de carbono atmosférico (CO₂). La emisión antropológica del carbono en la atmósfera perturba el equilibrio del ciclo del carbono y contribuye a la acumulación de 3.4 mil millones de toneladas de carbono por año en la atmósfera, lo que representa un crecimiento en la tasa de carbono atmosférico en el orden de 0.5 % por año.

1.2. Bases teóricas

Campos (2009), los bosques tropicales son mosaicos estructurales, en las cuales los claros son considerados importantes para el mantenimiento de la diversidad. Puede haber especies de dosel que dependan de claros para germinar. Los claros aumentan la riqueza del bosque tropical, generando varios nichos que favorecen la regeneración de especies ecológicamente distintas. Forman microambientes con condiciones diversas de luz, temperatura, duración de la insolación, humedad, dependiendo del tamaño y de la forma del claro.

Fredericksen, Contreras y Pariona (2001), las especies difieren en sus necesidades ecológicas en cuanto a recursos ambientales tales como nutrientes del suelo, agua y luz. Las especies arbóreas también varían en otros aspectos, a saber sus tasas de crecimiento, tiempo de vida, producción de semillas y forma de crecimiento. El conocimiento de dichas diferencias es esencial para el manejo los bosques tropicales que se caracterizan por su diversidad de especies. No obstante, sería difícil manejar específicamente cada una de las especies del bosque.”

El manejo forestal presente requiere de estimaciones objetivas del crecimiento e incremento de los árboles del bosque. Esta información es clave en la planeación de la cosecha sustentable y en la implementación de las mejores alternativas silvícolas. El crecimiento del bosque puede ser entendido como un proceso dinámico, que incluye una entrada (incorporación), un movimiento (crecimiento) y una salida (mortalidad y cosecha). La mortalidad de los árboles y el reclutamiento son factores clave que influyen en la dinámica forestal, pero los mecanismos de conducción de estos procesos siguen sin estar claros. El establecimiento y mantenimiento de especies vegetales es una de las alternativas que ayuda a mitigar el efecto invernadero, por la cantidad de carbono que acumula y luego lo sintetiza para transformarlo en sustancias nutritivas que le ayudan en su desarrollo vegetativo. De igual forma se puede estimar la cantidad de carbono acumulado de un bosque determinando su peso seco.

Morales P. (2003), define el crecimiento de un árbol como su aumento de tamaño en el tiempo. Se puede expresar en términos de altura, área basal o volumen. A la magnitud del crecimiento se denomina incremento. Todo crecimiento implica un estado inicial mensurable y cambios en el estado del tiempo. Entonces podemos hablar de incremento total (diferencia entre un estado en un momento dado y el estado inicial), incremento corriente anual (incremento del último año de medición, ICA), de incremento medio anual (promedio por año desde el año 0, (IMA), o periódico anual (promedio por año durante un cierto periodo (IPA), o incremento relativo (en porcentaje del tamaño total promedio entre el comienzo y final del periodo de medición del crecimiento IR). Esta dinámica, activada por parámetros y factores climáticos,

edafológicos, biológicos, antrópicos y a veces fenómenos accidentales, es integrada a las decisiones de ordenación forestal y a la gestión multifuncional de los bosques.

Corbalán y Hernández (2006), definen el concepto de sitio al especial aunque el nombre “sitio” tenga una clara connotación espacial, el concepto fundamental que conlleva no se refiere al espacio en sí, sino a las condiciones que lo caracterizan. En Dasometría el interés central de este concepto está en la caracterización del potencial de crecimiento que se asocia a una localidad o área determinada.

Los factores fundamentales que determinan el crecimiento, son:

1. Factores climáticos: La temperatura del aire, la humedad, la energía radiante, precipitación, viento, etc.
2. Factores edáficos: La profundidad efectiva, las propiedades físico químicas, la humedad, el pH, los microorganismos, etc.
3. Factores topográficos: pendiente y forma del relieve, altitud y exposición.
4. Factores de competencia: otros árboles, vegetación menor, animales, hombre, etc.

Los factores anteriores, pueden ser descritos en términos de ciertas características numéricas específicas. Por ejemplo, oferta de agua disponible bajo el suelo, profundidad efectiva de la raíz, acumulación de humus en el horizonte “A”, nivel de fósforo disponible en el suelo, y así sucesivamente para cada factor (Rodríguez TDA 1996), en realidad, todos los factores intervienen por sí solos o en una gran interacción dando como resultado un crecimiento potencial específico.

Corbalán *et al.* (2006), manifiestan que en general, los factores del sitio pueden tener una variación espacial con un patrón característico que hace que existan interdependencias entre ellos. Cuando existen discontinuidades espaciales en alguno o varios de los factores del sitio, la dinámica natural se encarga de “suavizar” esos espacios creando zonas de transición entre un sitio y otro. Para efectos prácticos, - cuando se intenta hacer inferencias locales- resulta ineficiente informarse en detalle sobre la distribución espacial de todos factores de sitio, y resulta más práctico modelar el comportamiento global o la “gran tendencia”. Para ello existen métodos geo estadísticos, que

permiten modelar estas variaciones espaciales a partir de una realización o muestra de la población. También que si se observan las variaciones espaciales del crecimiento en plantaciones mono específicas y coetáneas se observará que existen zonas de mayor productividad que el promedio, así como zonas de menor crecimiento. Así por ejemplo, las muestras tomadas cercanas a lomajes convexos ubicados en las cumbres tendrán menor productividad que los fondos de quebradas del mismo rodal. Allí es muy probable que el factor crítico sea la disponibilidad hídrica en los períodos de crecimiento.

García y Traverso (2004) manifiestan, que la mayoría de los datos biológicos y ecológicos tienen una representación espacial, continua o discreta, que determina la estructura del paisaje o ecosistema del que son parte. En general, el sitio podría entenderse como una variable regionalizada, esto es, una variable que se distribuye en el espacio de manera correlacionada. Ejemplos de variables regionalizadas son la profundidad de horizontes del suelo o la biomasa vegetal por unidad de superficie, así, si $Z(x)$ es el valor de la característica z en el punto x , $Z(x)$ es una variable regionalizada. Desde el punto de vista matemático una variable regionalizada es simplemente una función $Z(x)$ que adopta un valor para cada punto x del espacio. También mencionan que existen cuatro factores que determinan ampliamente el rendimiento y crecimiento de los rodales de una especie o composición de especies: Edad del rodal; La calidad de sitio; La densidad del rodal y Tratamientos silviculturales.

Por otro lado mencionan que, los efectos de los factores competitivos son de menor importancia en la evaluación del sitio por ser transitorios y pueden ser alterados por tratamientos silvícolas. La idea fundamental es aislar el efecto del sitio en condiciones estables de edad, de densidad y de tratamientos silviculturales. De los numerosos factores ambientales que afectan el crecimiento de los árboles, aparentemente el más importante es el suelo. También manifiesta que es común encontrar relaciones funcionales que estiman la altura del rodal en función de la edad y factores ambientales significativos las cuales requieren de grandes bases de datos para alimentar y formular los modelos. En términos prácticos, su uso es a veces inoperante

o poco eficiente, ya que la sola medición de los factores predictores del sitio resulta muy costosa. Cuando se intenta definir el sitio en grandes agregaciones de superficie, tales como regiones geográficas o grandes cuencas es común utilizar la información climática (precipitación, número de días nublados, número de heladas, temperatura media máxima del verano, temperatura mínima media en invierno) y mapas de suelo al nivel de asociaciones y/o fases. Con esta información es posible conseguir una buena estratificación preliminar de la población que permite realizar la toma de muestras y luego la modelación del sitio.

Clasificación del sitio

García y Traverso (2004), los sitios pueden ser clasificados de manera cualitativa y cuantitativa. Siempre que sea posible es preferible una clasificación cuantitativa para evitar la subjetividad. En el contexto de la producción de madera, la calidad de sitio se usa para definir el potencial para producir madera dada una especie o un tipo forestal. Es esencial medir e interpretar el sitio con fidelidad ya que en conjunto con la densidad del rodal, controla el tamaño, cantidad y valor de los productos. El sitio debe ser mapeado para el manejo de los bosques. Estos mapas son la base del pronóstico del rendimiento, la regulación y las intervenciones silvícolas de los rodales. La calidad de un sitio puede ser medida ya sea a través de los factores que definen el crecimiento de un rodal o a través de su respuesta. De cualquier modo son interactuantes: la respuesta modifica el ambiente y viceversa. Las dos formas de evaluar el sitio son:

- ❖ Midiendo uno o más factores considerados asociados con el crecimiento de los árboles. De ésta manera, se intenta evaluar el sitio en términos de los factores causales en sí mismos.
- ❖ Midiendo alguna característica de los árboles o la vegetación menor considerada sensible al sitio. Este enfoque evalúa el efecto del ambiente en la vegetación.

Medición de los factores asociados con el crecimiento

De los numerosos factores ambientales que afectan el crecimiento de los árboles, aparentemente el más importante es el suelo. Sin embargo, las

características significativas en el crecimiento de los árboles no siempre son las mismas. La humedad, textura, profundidad, cantidad de arcilla en el horizonte A y B, nivel de nutrientes y temperatura tienen diferentes efectos proporcionales, dependiendo de la clase de suelo y especie. Una evaluación del sitio a partir de las características del suelo tiene dos ventajas fundamentales:

- ❖ Puede ser hecha independientemente de la presencia o ausencia del bosque,
- ❖ El suelo es comparativamente estable y su gradiente de cambio espacial es baja.

Desgraciadamente, es difícil establecer las características del suelo que afectan el crecimiento. Por esta razón, el uso de las características del suelo tiene limitaciones como indicador de la productividad. Las investigaciones generalmente consisten en relacionar la altura del rodal (como indicador del sitio) con los factores del suelo.

Es común encontrar relaciones funcionales que estiman la altura del rodal en función de la edad y factores ambientales significativos las cuales requieren de grandes bases de datos para alimentar y formular los modelos. En términos prácticos, su uso es a veces inoperante o poco eficiente, ya que la sola medición de los factores predictores del sitio resulta muy costosa. Cuando se intenta definir el sitio en grandes agregaciones de superficie, tales como regiones geográficas o grandes cuencas es común utilizar la información climática (precipitación, número de días nublados, número de heladas, temperatura media máxima del verano, temperatura mínima media en invierno) y mapas de suelo al nivel de asociaciones y/o fases. Con esta información es posible conseguir una buena estratificación preliminar de la población que permite realizar la toma de muestras y luego la modelación del sitio.

Medición a través de las características de la vegetación

Morales (2003), indica que las características de la vegetación que se pueden medir, en relación con la calidad del sitio son: La cantidad de biomasa producida; Especies indicadoras; Alguna variable simple de tamaño del rodal

y la Cantidad de biomasa producida. Dado que el concepto de sitio se refiere a productividad, su más directa medida es la cantidad de biomasa que crece en un área en un período de tiempo dado. Sin embargo, la evaluación de sitio hecho de esta manera es de limitado valor práctico, ya que es costoso, compleja y no exento de errores de medición o de estimación. Además depende de la especie, la densidad y las prácticas silvícolas anteriores. En bosques donde se han establecido regímenes de manejo y son aplicados consistentemente, es posible usar esa información volumétrica como indicador de la calidad de sitio. Es el caso de los bosques de Nueva Zelandia y Australia en pino insigne. En el caso chileno aún no se han establecidos regímenes estandarizados por largo tiempo para poder emplearlos.

La capacidad del sitio para producir biomasa depende de:

- ❖ Fluctuaciones estacionales y continuas en el complejo de factores atmosféricos y de suelo que constituyen en sitio.
- ❖ La composición de especies del rodal en el sitio.
- ❖ El manejo del rodal.

De esta manera, un sitio plantado tiene una capacidad productiva sólo en términos de una especie dada. El objetivo de estratificar un bosque en calidades de sitio es distinguir las tasas de crecimiento de sus rodales.

Las especies indicadoras

En el Sur de Australia, se dio a conocer que la preparación de las arenas constaba de cuatro etapas de diversos cultivos durante un periodo de dos años anteriores a la plantación de *Pinus radiata*.

Pritchett, (1986), sostiene que las primeras dos labranzas con arado de disco se hicieron con una separación de 12 meses y a una profundidad de 25 cm a fin de desarraigar y exponer el sistema radical de la vegetación competitiva. La tercera y cuarta labranza fueron a nivel superficial con una trilladora de disco gemelo cuya finalidad era mantener la vegetación bajo control y destruir cualquier tipo de malezas. También indica que mientras que en la Gran Bretaña, se presta una gran atención a la profundidad de la labranza con arado con el fin de proporcionar a los árboles plantados las

condiciones necesarias para desarrollar raíces profundas. Por otra parte en Nueva Zelanda, la principal preparación para plantar especies exóticas de raíces someras consiste en la eliminación de la vegetación del sitio. No obstante, se ha utilizado el manejo del suelo por medio de fractura, escarda o con máquinas para el volteado del suelo, utilizando discos para proporcionar un mejor medio de arraigamiento a los árboles y para un mejor control de las malezas después de la plantación.

Pritchett, (1986); Daniel *et al.* (1982), sostienen que Actualmente existe una gran preocupación acerca de la calidad ambiental sobre todo en la medida que puede ser afectada por el uso de sustancias químicas. Los riesgos relacionados con el uso de sustancias dependen de la toxicidad del material, de la tasa y el cuidado que se ejerce en su aplicación; su efecto sobre un organismo es el resultado de la toxicidad intrínseca de la sustancia química y el potencial de exposición del organismo. Existe solo una absorción limitada y una translocación escasa de muchos herbicidas por parte de las plantas; un porcentaje que no se absorbe será lavado, alcanzando la cubierta forestal por medio de la precipitación. Los herbicidas que permanecen sobre las hojas y cualquier plaguicida no trastocado a otras partes de la planta ingresan al ambiente de la cubierta forestal por la caída de las hojas; la dilución de su efecto, la intemperización y el metabolismo que lleva a efecto la planta sobre el herbicida son maneras importantes por las cuales la concentración disminuye rápidamente.

Debano *et al.* (1998), mencionan que el fuego se usa para efectuar el desmonte de algunas áreas; donde los efectos sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos se relacionan de manera directa con la severidad de la quema.

Rodríguez (1996), señala que la intensidad y la duración del calentamiento del suelo por fuegos prescritos, son menores que las que se generan durante las quemas de ramas o por los incendios naturales y, en consecuencia, los efectos de la quema controlada sobre las propiedades del suelo son menores que los efectos de los incendios naturales.

Porosidad:

Debano *et al.* (1998) manifiestan que el espacio poroso en el suelo se encuentra en equilibrio, los macroporos (>0.6 mm de diámetro) y microporos (<0.6 mm en el diámetro). Dicho equilibrio permite el paso de agua y aire rápidamente a través de los macroporos y retiene el agua por capilaridad en los microporos. Los macroporos en la superficie son importantes para la infiltración de agua en el suelo. El fuego y el calentamiento, puede destruir la estructura del suelo, dando como resultado la disminución en la porosidad total y tamaño del poro. La pérdida se reduce la tasa de infiltración y produce erosión. La alteración en el contenido de materia orgánica también puede llevar al suelo a la condición de repeler agua o que las proporciones de infiltración disminuyan.

Debano *et al.* (1998), manifiesta que la temperatura varía en la superficie del suelo de acuerdo al material quemado, a la naturaleza (hojas, ramas, tallos), al grado de humedad, tamaño de apilamiento, a las condiciones del suelo: contenido de humus, grado de humedad, velocidad del viento, distribución espacial del combustible. Las temperaturas alcanzadas sobrepasan los límites de susceptibilidad biológica; una ola de calor de corta duración arriba de 100°C o temperaturas de larga duración entre 60 y 80°C causan la esterilización del medio ambiente (Aguirre, 1981). Las temperaturas en la superficie mineral del suelo son variables. Wright (1974) citado por Aguirre, (1981) reporta temperaturas que varían de 83.3°C a 682.2°C para cargas de combustible de 1732 a 7873.6 ton/ha, durante un incendio de pastizal.

Aguirre (1981), indica que una vez realizada la quema sobre el ecosistema se presentan cambios de temperatura en el suelo, los cuales pueden ser resultado de una mayor exposición del suelo mineral a la energía radiante proveniente del sol; los residuos tienen un efecto directo sobre el microclima, debido a que alcanzan temperaturas mucho más altas que los materiales del suelo como lo son el acochar, ramas y corteza. Con la disminución del espesor del estrato de humus se mejoran las condiciones térmicas del sitio, en consecuencia, procesos vitales como la actividad microbiana en el consumo de nutrientes que dependen grandemente de las

temperaturas del suelo se incrementan. La superficie más oscura de un campo quemado absorbe de manera más completa la radiación solar, como consecuencia las capas superficiales del suelo en los campos quemados son más calientes que las de los campos no quemados (Debano *et al.* 1998).

Humedad del suelo:

Kozlowski y Ahlgren (1974), manifiestan que el efecto de la capa de humus sobre la humedad del suelo es ambivalente; durante períodos húmedos tiene la particularidad de inhibir grandes cantidades de agua; en periodos secos evita la evaporación de la humedad del suelo (Aguirre, 1981). Los efectos del fuego sobre la humedad edáfica son indirectos, si se elimina la mayor parte de la cubierta forestal por medio de la quema, pueden reducirse de manera importante las capacidades de absorción y retención del agua en la capa de humus; la eliminación de este abono orgánico da como resultado una tasa mayor de evaporación; los materiales calcinados y las cenizas pueden filtrarse hacia el suelo mineral en los campos severamente quemados, reducir la tasa de infiltración de agua y aumentar las pérdidas por derrame. El resultado de estos cambios puede ser una reducción de la humedad disponible para las plantas y, en los campos en pendiente, una pérdida de materiales edáficos.

Pritchett, (1986) y Debano *et al.* (1998), mencionan que la erosión del suelo después del incendio, el fuego afecta la tendencia del suelo a la erosión si queda expuesto el suelo mineral; las tasas de porosidad e infiltración disminuyen y la densidad volumétrica aumenta después de los incendios, en muchos suelos. La acción de microorganismos que contribuyen a la porosidad del suelo puede reducirse de manera notable en zonas quemadas con frecuencia. Cuando los horizontes orgánicos superficiales no se consumen del todo en los incendios prescritos, las alteraciones en el espacio poroso y las tasas de infiltración son demasiado pequeñas para ser detectados.

Hawley y Smith (1972), mencionan que la erosión que tiene lugar en las áreas forestales quemadas es resultado de la interacción entre el tipo de cobertura, la intensidad del fuego, el gradiente de pendiente y la intensidad de las precipitaciones. Los incendios forestales más severos producen las

mayores pérdidas de suelo, a diferencia de las áreas donde se aplica el fuego en forma controlada.

Rodríguez (1996), indica que propiedades químicas del suelo y los cambios en las propiedades químicas del suelo durante la quema se relacionan con la rápida transformación u oxidación de los nutrientes contenidos en los materiales orgánicos de la vegetación viva y de la superficie del suelo; la quema libera rápidamente los nutrientes y algunos se pierden por volatilización, en tanto que una parte de los minerales solubles pueden lixiviarse hacia el suelo más allá de la rizosfera de los árboles.

Materia orgánica:

Pritchett (1986), sostiene que la cantidad de material consumido en un incendio prescrito depende del tipo y la cantidad de material inflamable presente, así como de las condiciones climáticas. A pesar de las pérdidas de material orgánico durante las quemas prescritas, los informes no han indicado disminuciones de importancia a largo plazo en el total de materia orgánica del sistema suelo-cubierta forestal. La explicación del mantenimiento de la materia orgánica en el ecosistema, a pesar de las pérdidas obvias durante la quema prescrita, se halla en los aumentos de materia orgánica en las capas de suelo mineral equivalentes a las pérdidas en la cubierta forestal.

Nitrógeno total:

Pritchett (1986), manifiesta que el nitrógeno está altamente relacionado con la materia orgánica y, cuando se quema la cubierta forestal, el nitrógeno disminuye en relación con la intensidad del incendio.

Kozlowski y Ahlgren (1974), mencionan que las quemas prescritas producen pérdidas de nitrógeno del 10 a 15% (Grier, 1975 citado por Daniel et al. 1982). La pérdida del nitrógeno durante la quema de la cubierta forestal puede tener escasos efectos adversos sobre el crecimiento de los árboles debido a una mayor fijación del nitrógeno y a una mejor disponibilidad del nutriente.

Acidez del suelo:

Rodríguez (1996), manifiesta que la destrucción de la materia orgánica por efecto de la quema reduce la formación de ácidos orgánicos que se forman durante la descomposición biológica y que contribuyen a acidificar el suelo. Los valores de pH del suelo en el horizonte mineral en las áreas con *Pinus palustris* quemadas con frecuencia tuvieron un 5% de promedio superior que en las zonas no quemadas, ya que las cenizas enriquecen el suelo con cenizas aumentando su pH.

Daniel *et al.* (1982), indica que contiene calcio, magnesio, potasio y fósforo. Como estos suelos arenosos se muestrearon a una profundidad de 10 cm, sus valores no representan los verdaderos cambios en la acidez del suelo superficial.

Nutrientes disponibles:

Para Daniel *et al.* (1982), la cubierta forestal contiene una reserva de nutrientes en la mayor parte de los bosques. El fuego acelera de una manera drástica el proceso de oxidación y algunos de los nutrientes minerales liberados de esta manera se disuelven y se lixivian rápidamente en el suelo mineral de este modo se aumenta, el contenido de calcio, magnesio, potasio, y fósforo. El efecto de la quema es favorable para el crecimiento vegetal; además un efecto del humo es la inhibición de algunos patógenos.

Trabajos en donde fue empleada la quema prescrita.

Walstad y Seidel (1990) citado por Rodríguez (1996), mencionan que en la región del pino ponderosa en Arizona, se encontró que la quema incrementa los nutrientes solubles como resultado de la reducción a cenizas de la capa superior de la materia orgánica no incorporada. Esto causa un incremento en el pH, disponibilidad de fósforo, intercambio de las bases y sales solubles totales, y una disminución de la materia orgánica y nitrógeno a una profundidad de 20 a 30 cm. La actividad microbiológica, particularmente la bacteriana, se incrementa como resultado del quemado. En el aspecto negativo, la superficie fue compactada por las lluvias que seguían a la combustión del mantillo, dando como resultado una disminución en el grado

de penetración del agua. En otro estudio realizado en el este de Washington no se encontró que el fuego tuviera un efecto perjudicial sino ligeramente benéfico sobre la permeabilidad y propiedades físicas asociadas del suelo.

Rodríguez (1996), menciona que las quemas prescritas reducen la competencia por luz y humedad para los árboles plantados contra herbáceas y arbustos, como sucede en el suroeste de Oregón, donde los arbustos esclerófilos hacen difícil la reforestación. No obstante, reconocen riesgos negativos al emplear el fuego, tal como la erosión. Walstad y Seidel (1990) citado por Rodríguez (1996), también se refieren a este tema.

Jiménez (1999), dice que en México una investigación realizada en un rodal de *Pinus patula*, con estructura, densidad y pendiente uniforme, tratado con el método de regeneración de árboles padres, localizado en la Sierra Norte de Puebla; se realizaron quemas en contra y a favor de la pendiente, tanto en parcelas con carga alta y baja de combustibles, con el objetivo de determinar los efectos del fuego en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Se observó que a mayor intensidad del fuego, hubo un incremento inmediato en la población de bacterias y actinomicetos; la temperatura media, la coloración oscura y la erosión del suelo se incrementaron posteriores al paso las llamas, a diferencia de los cambios en las propiedades físico-químicas que fueron imperceptibles.

Abonos orgánicos.

Campos (2009), considera que los abonos provenientes de residuos orgánicos, como los estiércoles de diferentes especies de animales, los biosólidos, los residuos de cosecha y las compostas pueden considerarse como abonos y también como fertilizantes orgánicos.

Montoya *et al* (1996), dice que el estiércol que se genera anualmente es alrededor de 900,000 ton (estimadas con 35% de humedad); asumiendo una concentración promedio de 1.42% de nitrógeno total (14.2 kg N/ton MS) en el estiércol de ganado lechero en la región, este abono orgánico puede aportar poco más de 8,000 ton de N anualmente, de las cuales alrededor del 25% se libera durante el año de aplicación.

Kanninem (1992), menciona que, el calcio y magnesio están presentes en forma soluble, por lo que se lixivian fácilmente de la solución del suelo; nitrógeno y fósforo, por el contrario, están ligados a la materia orgánica y se liberan paulatinamente durante el proceso de descomposición o mineralización de la materia orgánica

Factores Ambientales.

Millar (2004), manifiesta que el Perú es uno de los países más vulnerables frente al Cambio Climático. De acuerdo a los indicadores de riesgo climático desarrollados por el Centro Tyndall, se encuentra entre los 10 países con mayor número de personas afectadas desde 1991 al 2000 debido al incremento en los eventos climáticos extremos (El Niño, inundaciones, heladas, huayco, entre otros), la alta dependencia del clima de actividades primarias como la agricultura, así como a una reducida capacidad institucional para ejecutar medidas de adaptación.

Melo *et al.*, (2002), evidencia que el calentamiento del sistema climático es una realidad y de no adoptar una política ambiental internacional rígida frente a este tema, se habría más inminente avanzar hacia escenarios extremos de más de 5°C de aumentos de temperatura para fin de siglo; lo que significaría pérdidas de hasta 20% de PBI mundial.

Nutto *et al.*, (2002), menciona que la complejidad de los procesos vitales dentro del organismo es más apropiada que la del medio ambiente que lo rodea, por lo común, se llevan registros específicos de los porcentajes de germinación de las semillas, sin embargo, en los resultados están involucrados las diferencias genéticas intra específica, el estado de madurez en la que fueron cosechadas.

B.C.E. (2003), manifiesta que los aspectos ambientales se considera la humedad, ya que aporta a la semilla al hinchamiento y rompimiento de la testa, haciendo que la respiración aumente rápidamente y cuando la germinación está en marcha el índice respiratorio se ha elevado cientos de veces, este enorme efecto de la hidratación sobre la respiración es una razón importante para restringir la humedad en los granos y semillas almacenadas, de igual forma el oxígeno absorbido proporciona a la semilla la energía necesaria para iniciar el crecimiento.

Combinación de métodos:

Aguirre (1982), menciona que este método es más efectivo y produce menores alteraciones ecológicas, que las producidas por la aplicación de un solo método (Daniel *et al.* 1982), Tratamientos biológicos al suelo consisten en el establecimiento de vegetación protectora como una capa herbácea o de especies protectoras; uno de los más importantes es el establecimiento de coberturas con leguminosas, entre las cuales se encuentra el género *Lupinus sp.*, que fija y almacena el nitrógeno atmosférico en sus nódulos; situación que repercute en el mejoramiento de la fertilidad del suelo. La utilización de ciertos hongos que se asocian con las raíces de los pinos y otras latifoliadas para la formación de micorrizas, es una práctica importante en reforestaciones y plantaciones comerciales.

Alcalá (2001), señala que en la toma de decisiones la disponibilidad de la información es un elemento básico y muchas veces se basa en el uso de algunos criterios como (social, servicios básicos, biodiversidad, desechos, agua, recurso forestal, uso de suelo y degradación, etc.) El estado actual del conocimiento generado por la investigación científica, respecto a cómo utilizar la amazonia, es aun incompleto y muy limitado, explicables por la magnitud y complejidad de sus ecosistemas y biodiversidad, todavía existen dificultades para definir la mejor forma de su utilización. La información disponible actual nos indica la susceptibilidad de los ecosistemas a la degradación, restablecimiento de la vegetación y limitaciones ambientales, que se traducen entre otros, en la pobreza de los suelos y la imposibilidad para soportar una agricultura intensiva en la mayoría de su superficie. (TCA, Lima-enero, 1997).

Halley (1992), indica que en la amazonia el sistema de explotación de la tierra tanto para actividades agrícolas y pecuarias no es el más adecuado desde el punto de vista ecológico para la región, pues favorece la multiplicación de malas hierbas y causa una gran destrucción de la flora y fauna. Tampoco es un sistema económico por que exige mucha mano de obra en las operaciones de derrumbe y quema de la vegetación, este sistema de explotación del suelo destruye la naturaleza y no proporciona rendimientos suficientes para mejorar las condiciones de vida de los agricultores, situación que contribuye al éxodo rural.

TCA, Lima-enero-(1997), el estado actual del conocimiento generado por la investigación científica, respecto a cómo utilizar la amazonia, es aun incompleto y muy limitado, explicables por la magnitud y complejidad de sus ecosistemas y biodiversidad, todavía existen dificultades para definir la mejor forma de su utilización. La información disponible actual nos indica la susceptibilidad de los ecosistemas a la degradación, restablecimiento de la vegetación y limitaciones ambientales, que se traducen entre otros, en la pobreza de los suelos y la imposibilidad para soportar una agricultura intensiva en la mayoría de su superficie.

El Suelo

El suelo está compuesto por minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales y animales, aire y agua. Es una capa delgada que se ha formado muy lentamente, a través de los siglos. También pueden ser aportados por el viento y el agua, que los arrastran desde otras zonas erosionadas.

- ❖ La materia orgánica es el producto de la descomposición de vegetales y animales muertos. Puede almacenar gran cantidad de agua y es rica en minerales.

Características químicas del suelo.

La química del suelo representa un eslabón entre la fertilidad y los aspectos físicos del suelo; los elementos importantes en la química del suelo son, la capacidad de intercambio catiónico, las reacciones de iones intercambiables, el pH del suelo, las solubilidades y transformaciones bioquímicas; la reacción del suelo se refiere a las relaciones de acidez y basicidad del mismo, esta propiedad influye en sus características químicas y físicas, además de tener considerable impacto sobre la vida microbiana de este medio. Entre los procesos más importantes regulados por la reacción del suelo está la meteorización de minerales y la formación de arcillas, la descomposición de la materia orgánica y la disponibilidad mayor o menor de muchos nutrimentos. La acidez del suelo depende del contenido de hidrogeno ionizable, del Al en diferentes formas disociables y, en grado menor, de los iones de manganeso y hierro, todos en equilibrio, los minerales son óxidos

cuyas cargas son contrarrestadas por el silicio, aluminio, hierro y pequeñas cantidades de otros cationes. La interacción de cationes con los iones de óxido del agua tiene cierta similitud con la interacción con los óxidos de los minerales. Gran parte del comportamiento químico del suelo puede ser explicado mediante la competencia entre las especies de "oxígeno", O_2 , OH^- y H_2O , para captar cationes y aniones en la solución de suelo y en los sólidos adyacentes, el grado de acidez o basicidad del horizonte, generalmente se expresa por medio de un valor de pH, los efectos perjudiciales de la acidez no se manifiestan hasta valores de pH inferiores a 5.5 por la toxicidad del aluminio y la poca biodisponibilidad de los elementos nutrientes. Los suelos con carbonatos cálcicos, característicos de zonas semiáridas y áridas, tienen pH del orden de 7.5 a 8.5, los términos sódicos y alcalinos deben restringirse para aquellos suelos de pH superiores a 8.5. Los que presentan pH de 9,0 a 12,0 contienen carbonato sódico y sus condiciones tanto físicas como químicas son muy desfavorables, la acidez y la basicidad del suelo afectan a sus diversas propiedades, a su comportamiento y al crecimiento de las plantas. En el suelo hay dos tipos distintos de coloides, coloides inorgánicos o minerales y coloides orgánicos o humus, estos dos tipos de coloides existen en mezcla o complejo muy estrecho y es difícil separar sus propiedades. Los coloides inorgánicos se presentan casi exclusivamente como arcillas de clases diversas, mientras que los coloides orgánicos son humus (materia orgánica). Oliver *et al.*, (2002), Prauce J. L *et al.* (2003).

Sustrato Natural.

Zumaeta (2001), indica que como sustrato natural se puede aprovechar la tierra suelta o arenosa de color cenizo a negro, que contiene los elementos necesarios en proporciones naturales para un desarrollo normal de la planta.

Sustrato Especial.

R.B.T. (1999), dice que es la mezcla de tierra, arena y abono en proporciones reguladas por la mano del hombre para satisfacer de forma óptima las necesidades de la planta.

Según, Ríos (1989) las semillas deben sembrarse a una profundidad que esta entre 1 a 4 veces de su diámetro; sin embargo, en suelos arenosos la siembra puede ser más profunda que en los suelos que tienen un elevado contenido de arcilla. FAO (1993), menciona que la profundidad de siembra es

igual al diámetro de la semilla es más recomendable, el sustrato debe tener una profundidad de 10-12 cm, para semillas grandes se requiere de 18-20 cm. El sustrato debe removerse después de cada uso. Zumaeta (2001). Sostiene que la profundidad a que debe sembrarse la semilla dependerá de la especie, y se calcula que debe ser alrededor de dos veces al tamaño de la misma.

Ciclo de nutrientes.

Bosco *et al.* (2004), indica que aunque el carbono (C), el hidrógeno (H) y el oxígeno (O) forman la estructura básica de todos los tejidos biológicos de las plantas, otros 13 elementos son esenciales para el mantenimiento de los órganos de las plantas y para la producción de nueva fitomasa. Todos estos nutrientes se pueden clasificar en dos grupos: macronutrientes (C, H, O, N, P, S, K, Ca y Mg) y micronutrientes (Mo, Fe, Mn, Zn, Cu, Co y B) que influyen de forma diferente sobre el crecimiento de las plantas. El nitrógeno es uno de los elementos que forman parte de la clorofila, de otros pigmentos fotosintéticos y también de los enzimas que intervienen en el proceso de la fijación de C. Por tanto, el ciclo del nitrógeno en el ecosistema forestal es de especial importancia en la modelización del crecimiento.

La radiación en los sistemas naturales

Campos (2009), indica que la luz solar directa tiene un fuerte componente direccional, generan sombras nítidas y contrastadas, la luz reflejada en las nubes y en el cielo es multidireccional, llamada indirecta o difusa por este motivo, generando sombras vagas e imprecisas. Ambos tipos son importantes en el sotobosque, pero la luz difusa es proporcionalmente más importante que en el exterior del bosque. Las plantas del sotobosque tienden a optimizar la captura de la escasa luz evitando el sombreado mutuo entre las hojas del follaje; asimismo demuestra que las plantas perciben la dirección predominante de la luz y responden orientando adecuadamente el follaje hacia las regiones más luminosas de su entorno.

Interacción luz-agua.

Hernández *et al.* (2008), manifiestan que la luz y el agua son dos factores que cavarían e interaccionan, particularmente en ambientes secos, por tanto las respuestas de las plantas a la luz van a estar muy afectadas por la

disponibilidad hídrica. Los gradientes de luz y de agua, y consiguientemente las respuestas vegetales asociadas, se dan tanto dentro del follaje de una planta individual, como en el dosel de un bosque o en los transeptos claro-sotobosque de un ecosistema. El estrés hídrico, como cualquier otro estrés, limita la capacidad de la planta de emplear fotosintéticamente la luz que absorbe. Por tanto altera la tolerancia a la sombra (o a pleno sol) de forma que ésta tolerancia es en realidad un concepto relativo y no absoluto para cada especie. De hecho, en un estudio con plántulas de robles y pinos hemos comprobado que la tolerancia a la sombra se ve afectada por el estrés hídrico, aunque el efecto difirió entre especies y no es factible generalizar.

Temperatura

Las plantas regulan su temperatura disipando parte de la energía que absorben para evitar que una excesiva temperatura puedan causar daños en sus tejidos o incluso su muerte.

Agua

Aragón *et al.* (1990), dice que el agua es muy importante para el crecimiento de las plantas, su disponibilidad influye en la fotosíntesis tanto directamente, por la necesidad de su presencia en los procesos bioquímicos fotosintéticos como indirectamente a través de su influencia en la apertura y cierre de las estomas de las hojas. El factor que en mayor que condiciona el crecimiento de los árboles es el stress hídrico por tanto, la cantidad de agua disponible en el suelo juega un papel clave en la productividad de muchas especies.

Aire

Hernández *et al.* (2008), el aire se compone de un 78% de nitrógeno, un 21% de oxígeno y el resto lo constituyen otros gases entre los que destaca el dióxido de carbono en una concentración del 0,03%. En la actualidad el contenido de CO₂ de la atmósfera se está incrementando debido al uso de combustibles fósiles, lo que está repercutiendo directamente en el crecimiento de las plantas. El ciclo anual de la concentración de CO₂ muestra un máximo antes del comienzo del período vegetativo y un mínimo al comienzo del

período invernal, que se atribuyen a la continua absorción del CO₂ atmosférico durante el período de crecimiento y a la respiración de los organismos y el cese de la fotosíntesis a partir del otoño.

Clima

Hernández *et al.* (2008), manifiesta que el clima tiene influencia sobre el crecimiento forestal y por ello las variables que lo caracterizan también pueden ser empleadas para estimar o clasificar la calidad de estación de los rodales forestales. Por regla general se emplean para esta finalidad índices climáticos que combinan varias variables climáticas. Uno de los índices climáticos más conocidos es el de la productividad de la vegetación condicionada al clima (CVP).

$$CVP = P \cdot \frac{T_v - g}{T_a} \cdot \frac{R_p}{360 R_s}$$

- Donde.** P = precipitación media anual (mm)
 T_v = temperatura media del mes más cálido (°C)
 T_a = diferencia de la temperatura media del mes más frío y más cálido (°C)
 g = número de días al año con una temperatura de como mínimo 7°C
 R_p = radiación solar en el polo y R_s es la radiación solar local.

En la tabla, se muestra una estimación de la productividad potencial de rodales forestales en todo el mundo basado en los valores de este índice.

CVP	m ³ /año/ha	Zona Geográfica
25	0	Regiones secas cálidas; regiones de clima ártico
25-100	0-3	Zonas frías de montaña; desiertos; regiones tropicales cálidas
100-300	3-6	Zonas templadas frías, Europa central, Europa oriental y USA
300-1000	6-9	Sur de china, India, África, Sur de USA, Argentina, Bolivia, Europa occidental
1000-5000	9-12	Sudamérica, África central, India tropical
> 5000	> 12	Zona ecuatorial (Amazonas, Congo), Malasia

Almacigado y Siembra.

Fernández *et al.* (1999), señala que estas dos fases son muy importante para la producción de plántones en vivero y el suelo que se utiliza, tiene que ser preparado y darle la atención o cuidado que necesitan las plantitas recién nacidas. También recomienda que la profundidad es muy importante para una buena germinación se debe sembrar como sigue: Semillas pequeñas sembradas al voleo, se le cubre ½ - 1 cm. de arena fina. Semillas medianas sembradas en línea, la cobertura será igual al grosor o espesor de la semilla, ejemplo: el ishpingo, tiene un grosor o espesor de 1 cm., entonces la profundidad será de 1 cm.

1.3. Definición de términos básicos

Árboles. Son plantas leñosas perennes que tienen un fuste y una copa bien diferenciada. (Diccionario de Botánica, 2000).

Biomasa de crecimiento. Es el peso secado en horno del stock de la biomasa en crecimiento. (Diccionario de Botánica, 2000).

Biomasa de madera muerta. Es toda la biomasa leñosa no viva, no contenida en la hojarasca, ya sea de pie o tirada en el suelo, incluye también la madera que yace en la superficie, raíces muertas hasta un diámetro de 2 mm y tocones más grandes que o igual a 10 cm de diámetro o cualquier otro diámetro utilizado por el país. (Diccionario de Botánica, 2000).

Bosque. Es toda superficie, área o parcela, que tiene como mínimo 0,05 a 1,0 hectárea, con una cobertura de copas forestales (o un nivel equivalente de existencias) de más de 10-30 % y con árboles con el potencial de alcanzar una altura mínima de 2-5 metros a su madurez *in situ*. (Diccionario de Botánica, 2000).

Bosque cerrado. Son las formaciones donde los árboles, en las diversas historias y la maleza, cubren una gran proporción del terreno (> 40%). (Diccionario de Botánica, 2000).

Bosque natural. Es un bosque compuesto de árboles indígenas y no clasificado como plantación forestal. (Diccionario de Botánica, 2000).

Crecimiento total de biomasa. Es la biomasa del incremento anual neto de árboles, rodales o bosques, más la biomasa del crecimiento de ramas, ramitas, follaje, semillas, tocones y, a veces, árboles no comerciales. Diferenciado en la superficie crecimiento de biomasa y crecimiento de biomasa subterránea (s.a.). Si no hay malentendidos, también es posible use "crecimiento de biomasa" con el mismo significado. El término "crecimiento" se usa aquí en lugar de "incremento", ya que el este último término tiende a entenderse en términos de volumen comercializable. (Diccionario de Botánica, 2000).

Clase diamétrico. Son intervalos establecidos para la medida de diámetros normales. También se refiere a árboles, rollos entre otros, incluidos en dichos intervalos. (Diccionario de Botánica, 2000).

Factor de expansión y conversión de biomasa (BCEF). Factor de multiplicación que encubra el volumen comercializable de las existencias en crecimiento, el volumen comercializable de la red anual incremento, o volumen comercial de extracción de madera y remoción de leña para la biomasa aérea, sobre el suelo crecimiento de biomasa, o remociones de biomasa, respectivamente. Factores de conversión y expansión de biomasa. (Diccionario de Botánica, 2000).

Incremento. Es la magnitud del crecimiento y consiste en la diferencia de tamaño entre el comienzo y final de un periodo de crecimiento. El incremento se define como el aumento en volumen, área basal, diámetro o altura de un árbol o de una masa forestal en un periodo de tiempo determinado. (Diccionario de Botánica, 2000).

Mortalidad. Son los árboles que mueren naturalmente debido a competencia en la etapa de exclusión de tallos de una arboleda o bosque. Como se la usa en el presente, la mortalidad no incluye pérdidas debidas a perturbaciones. (Diccionario de Botánica, 2000).

Regeneración natural. Restablecimiento de un bosque por medios naturales, es decir, mediante siembra natural o regeneración vegetativa. Puede ser asistida por la intervención humana, por ejemplo, mediante la escarificación del suelo o cercas para proteger contra la vida silvestre o doméstica pastoreo de animales. (Diccionario de Botánica, 2000).

CAPÍTULO II: VARIABLES E HIPÓTESIS

2.1. Variables y su operacionalización

Variables

Variable Independiente (X)

X1: Factores Ambientales.

X2: Especies Forestales

Variable Dependiente (Y)

Y1: Diámetro inicial de plántula (DIP)

Y2: Diámetro del Tallo (DT)

Y3: Altura (HT)

Y4: Diámetro de Copa (DC)

Tabla de operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Índice	Instrumento
Variable Independiente	Eventos climáticos (temperatura, humedad, radiación, etc.) de una localidad.	Procesamiento y análisis de los factores ambientales y su influencia sobre el crecimiento de plantas forestales.	X ₁₁ : Humedad X ₁₂ : Temperatura X ₁₃ : Precipitación pluvial X ₁₄ : Radiación solar	ml, L, cm ³ ° C ml, L, cm ³ w /m ²	Ficha de registro
Factores Ambientales (X ₁) Especies Forestal (X ₂)	Especies de plantas maderables de valor comercial.		X ₂₁ : Caoba X ₂₂ : Cedro X ₂₃ : Marupá X ₂₄ : Tornillo	cantidad cantidad cantidad cantidad	
Variable Dependiente. (Y) Dasometría de la planta	Parámetros a evaluarse para lograr los objetivos del presente trabajo de investigación	Análisis e interpretación de los resultados.	Y ₁ : Diámetro plántula Y ₂ : Diámetro del tallo Y ₃ : Altura Y ₄ : Diámetro copa	% m m meses	

2.2. Formulación de la hipótesis

Los factores ambientales influyen sobre el crecimiento de las especies forestales: caoba, cedro, marupá y tornillo.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

El tipo de investigación es cuantitativa, con diseño experimental. El diseño de investigación corresponde al tipo experimental, para ello se utilizó el diseño DBCA (5 t y 4 r) con arreglo factorial de 2 x 4.

3.2. Población y muestra

La población total es de 672 plántones: 168 plántones de cedro, 168 plántones de caoba, 168 plántones de marupá, 168 plántones de tornillo. La muestra, son los mismos plántones de las especies antes mencionadas las cuales se encuentran sembradas en el CIEFOR-Puerto Almendras.

3.3. Técnicas e instrumentos

Para la recolección de los datos de campo se estructuró una plantilla donde se colocaron los datos de las especies de caoba, cedro, marupá y tornillo; en ella se registraron datos sobre (DIP mm, HT cm y D1 cm) durante el tiempo que duró el trabajo de campo.

3.4. Procedimientos de recolección de datos

Experimento

Largo del experimento	12 m.
Ancho del experimento	4 m.
Área del experimento	48 m ²
Número de bloques/experimento	4
Número de parcelas experimentales	4
Número total de plántones/experimento	672
Calle periférica del experimento	1 m.

Procedimiento

Trazado del Campo experimental: Se realizó la demarcación del área de acuerdo a las dimensiones que se planteó en el presente trabajo de investigación.

Suelo. De cada unidad experimental (parcela) se extrajo 1Kg de suelo que luego se uniformizo todo este material para finalmente extraer de ella 1 Kg de la mezcla, que luego se envió al laboratorio de suelo y agua de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

3.5. Técnicas de procesamientos y análisis de los datos

La información fue procesada utilizando el software IBM SPSS 25. Donde a través de técnicas estadísticas los datos fueron operacionalizados e interpretados estadísticamente.

Para determinar si hay diferencias estadísticas significativas entre los resultados, se aplicó la prueba estadística de Tukey.

3.6. Aspectos éticos

Esta investigación se realizó respetando los cuatro principios éticos básicos: la autonomía, la beneficencia, la no maleficencia y la justicia. La participación fue voluntaria, así como el derecho a solicitar toda información relacionada con la investigación y teniéndose en cuenta el anonimato.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Crecimiento en diámetro, altura total y factores ambientales

En la tabla 01 se observa en la caoba, cedro y marupá que el diámetro, altura total entre meses de evaluación fue creciente, mientras que el diámetro de la copa fue variado y análisis de varianza de la tabla 3 muestra que estadísticamente estos promedios fueron similares. La precipitación en el mes de Enero fue el más alto con un total de 598,4 mm, en el mes de marzo fue 355,3 mm y en junio hubo menor precipitación pluvial con 131 mm. La humedad relativa fue estable entre los meses de evaluación. Marzo hubo menos horas de sol, junio tuvo mayores horas de sol (3,39 horas).

Tabla 01. Variables de crecimiento por especie y factores ambientales

Especie	MES	D(mm)	HT(cm)	Dcopa	PP(mm)	HR(%)	T °C	Hsol
Caoba	ENERO	11,81	61,30	47,32	598,40	90,00	26,83	2,30
	MARZO	13,44	70,98	62,78	355,30	92,87	27,49	1,48
	JUNIO	15,06	86,57	57,15	131,00	91,13	27,21	3,39
Cedro	ENERO	13,70	112,99	79,78	598,40	90,00	26,83	2,30
	MARZO	14,50	117,29	88,07	355,30	92,87	27,49	1,48
	JUNIO	15,59	126,59	74,09	131,00	91,13	27,21	3,39
Marupá	ENERO	11,68	64,00	64,76	598,40	90,00	26,83	2,30
	MARZO	11,76	74,88	46,98	355,30	92,87	27,49	1,48
	JUNIO	15,09	104,63	57,12	131,00	91,13	27,21	3,39
Tornillo	ENERO	6,45	62,39	42,44	598,40	90,00	26,83	2,30
	MARZO	8,25	76,92	53,07	355,30	92,87	27,49	1,48
	JUNIO	9,26	82,31	54,07	131,00	91,13	27,21	3,39

Fuente. Elaboración propia del tesista.

En la tabla 2 se observa los valores estadísticos de las variables ambientales como precipitación pluvial (PP), humedad relativa (HR), temperatura (T°) y horas de sol.

Tabla 02. Promedio y Desviación estándar de los factores ambientales

Variabes	Media	Desv. Desviación	N
pp	361,57	193,83	33
HR	91,33	1,20	33
T°	27,18	0,28	33
Horas de sol	2,39	0,79	33

Fuente. Elaboración propia del tesista.

En la tabla 03, se observa el Análisis de Varianza del Diámetro inicial de plántulas, altura total y diámetro de la copa entre especies; éstas tres variables entre especies reportan alta significancia estadística ($p < 0,05$), también reportan diferencias estadísticas significativas del promedio del diámetro inicial de plántulas, altura total y diámetro de la copa entre fechas de evaluación. Pero no reportan significancia estadística significativa entre parcelas.

Para una mejor interpretación según el orden de mérito del promedio del diámetro inicial, altura total y diámetro de la copa entre especies se muestra en la prueba estadística de Tukey con un Alfa=0,05 en la tabla 04:

Tabla 03. Análisis de la Varianza del crecimiento inicial de las especies y fechas de evaluación

Origen	Promedio	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre Especie	D(mm)	535,82	3	178,61	7,616	0,000
	HT(cm)	32000,54	3	10666,85	5,044	0,003
	Dcopa	15445,37	3	5148,46	7,155	0,000
Entre fechas de evaluación	D(mm)	65,08	2	32,54	1,388	0,258
	HT(cm)	5124,13	2	2562,06	1,212	0,305
	Dcopa	565,22	2	282,61	0,393	0,677
Entre Parcelas	D(mm)	194,52	2	97,26	4,148	0,021
	HT(cm)	22136,27	2	11068,14	5,234	0,008
	Dcopa	3551,32	2	1775,66	2,468	0,093
Especie * COD_MES	D(mm)	8,21	6	1,37	0,058	0,999
	HT(cm)	668,13	6	111,36	0,053	0,999
	Dcopa	1375,56	6	229,26	0,319	0,925
Especie * Parcela	D(mm)	91,34	5	18,27	0,779	0,569
	HT(cm)	13190,54	5	2638,11	1,247	0,299
	Dcopa	1464,47	5	292,89	0,407	0,842
COD_MES * Parcela	D(mm)	15,01	4	3,75	0,160	0,958
	HT(cm)	622,31	4	155,58	0,074	0,990
	Dcopa	175,35	4	43,84	0,061	0,993
Especie * COD_MES * Parcela	D(mm)	8,50	10	0,85	0,036	1,000
	HT(cm)	972,76	10	97,28	0,046	1,000
	Dcopa	871,38	10	87,14	0,121	0,999
Error	D(mm)	1407,04	60	23,45		
	HT(cm)	126885,37	60	2114,76		
	Dcopa	43173,88	60	719,56		
Total	D(mm)	2410,61	92			
	HT(cm)	221425,25	92			
	Dcopa	69032,95	92			

Fuente. Elaboración propia del tesista.

En la Tabla 04, del Test de Tukey con un Alfa=0.05 podemos observar la relación de las especies con los promedio de la diámetro inicial, altura total y diámetro de la copa entre especies. Donde las especie caoba, cedro y marupá tuvieron similar crecimiento con un promedio de 13,43 cm, 14,60 cm y 12,84 cm respectivamente; mientras que el tornillo estadísticamente tuvo el menor crecimiento con 7,9 cm.

Tabla 04. Promedio, Desviación estándar y prueba de Tukey (Alfa=0,05)

Promedio	Promedio (cm)	Significación $\alpha =0,05$	Desv. Desviación (cm)	N	Especie
D(mm)	13,43	B	2,76	27	Caoba
D(mm)	14,60	B	3,67	33	Cedro
D(mm)	12,84	B	9,30	12	Marupá
D(mm)	7,99	A	3,40	21	Tornillo
HT(cm)	72,95	A	19,07	27	Caoba
HT(cm)	118,96	B	60,28	33	Cedro
HT(cm)	81,17	AB	59,93	12	Marupá
HT(cm)	73,87	A	26,73	21	Tornillo
Dcopa	55,75	A	11,94	27	Caoba
Dcopa	80,65	B	31,05	33	Cedro
Dcopa	56,28	A	33,45	12	Marupá
Dcopa	49,86	A	17,76	21	Tornillo

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente. Elaboración propia del tesista.

En cuanto a la altura total el promedio fue estadísticamente similar en la caoba (72,95), marupá (81,17 cm) y tornillo (73,87 cm), pero el mayor crecimiento se observó en el cedro (118,9 cm). Por otro lado, el promedio del diámetro de la copa son estadísticamente similares el promedio de la caoba (55,75 cm), marupá (56,28 cm) y tornillo (49,86 cm); mientras que el diámetro de la copa del cedro fue estadísticamente superior a las demás especies (80,65 cm).

4.2. Correlación de los factores ambientales con el crecimiento diamétrico de las especies

La matriz de correlación de las variables ambientales con el crecimiento en diámetro en la caoba (tabla 05), muestra que el aumento de la precipitación influye negativamente en la plantación, pero estadísticamente esta correlación no fue significativa ($p > 0,05$).

Tabla 05. Matriz de correlación de la temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y radiación solar con el crecimiento diamétrico de la caoba.

	Variable	Pro_D (mm)	pp	HR	T°	Horas de sol
Correlación de Pearson	Pro_D(mm)	1,000	-0,213	0,067	0,107	0,137
	Pp	-0,213	1,000	-0,413	-0,588	-0,550
	HR	0,067	-0,413	1,000	0,980	-0,534
	T°	0,107	-0,588	0,980	1,000	-0,352
	Horas de sol	0,137	-0,550	-0,534	-0,352	1,000
Sig. (unilateral)	Pro_D(mm)		0,117	0,355	0,277	0,224
	pp	0,117		0,008	0,000	0,000
	HR	0,355	0,008		0,000	0,001
	T°	0,277	0,000	0,000		0,022
	Horas de sol	0,224	0,000	0,001	0,022	

Fuente. Elaboración propia del tesista.

La matriz de correlación de la tabla 06, muestra que las variables ambientales no tiene correlación significativa con el crecimiento en diámetro en el cedro ($p > 0,05$).

Tabla 06. Matriz de correlación de la temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y radiación solar con el crecimiento diamétrico del cedro.

Correlaciones ^a						
	Variable	Pro_D(mm)	Pp	HR	T°	Horas de sol
Correlación de Pearson	Pro_D(mm)	1,000	-0,213	0,067	0,107	0,137
	pp	-0,213	1,000	-0,413	-0,588	-0,550
	HR	0,067	-0,413	1,000	0,980	-0,534
	T°	0,107	-0,588	0,980	1,000	-0,352
	Horas de sol	0,137	-0,550	-0,534	-0,352	1,000
Sig. (unilateral)	Pro_D(mm)		0,117	0,355	0,277	0,224
	pp	0,117		0,008	0,000	0,000
	HR	0,355	0,008		0,000	0,001
	T°	0,277	0,000	0,000		0,022
	Horas de sol	0,224	0,000	0,001	0,022	

Fuente. Elaboración propia del tesista.

La matriz de correlación de la tabla 07, muestra que las variables ambientales no tiene correlación significativa con el crecimiento en diámetro en el marupá ($p > 0,05$).

Tabla 07. Matriz de correlación de la temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y radiación solar con el crecimiento diamétrico de la marupá.

		Correlaciones^a				
	Variable}	Pro_D (mm)	pp	HR	T°	Horas de sol
Correlación de Pearson	Pro_D(mm)	1,000	-0,154	-0,018	0,018	0,160
	pp	-0,154	1,000	-0,413	-0,588	-0,550
	HR	-0,018	-0,413	1,000	0,980	-0,534
	T°	0,018	-0,588	0,980	1,000	-0,352
	Horas de sol	0,160	-0,550	-0,534	-0,352	1,000
Sig. (unilateral)	Pro_D(mm)		0,316	0,478	0,478	0,310
	pp	0,316		0,091	0,022	0,032
	HR	0,478	0,091		0,000	0,037
	T°	0,478	0,022	0,000		0,131
	Horas de sol	0,310	0,032	0,037	0,131	

Fuente. Elaboración propia del tesista.

La matriz de correlación de la tabla 08, muestra que las variables ambientales no tiene correlación significativa con el crecimiento en diámetro en el tornillo ($p > 0,05$).

Tabla 08. Matriz de correlación de la temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y radiación solar con el crecimiento diamétrico del tornillo.

		Correlaciones^a				
	Variable	Pro_D (mm)	Pp	HR	T°	Horas de sol
Correlación de Pearson	Pro_D(mm)	1,000	-0,347	0,188	0,243	0,150
	pp	-0,347	1,000	-0,413	-0,588	-0,550
	HR	0,188	-0,413	1,000	0,980	-0,534
	T°	0,243	-0,588	0,980	1,000	-0,352
	Horas de sol	0,150	-0,550	-0,534	-0,352	1,000
Sig. (unilateral)	Pro_D(mm)		0,062	0,207	0,144	0,259
	pp	0,062		0,031	0,003	0,005
	HR	0,207	0,031		0,000	0,006
	T°	0,144	0,003	0,000		0,059
	Horas de sol	0,259	0,005	0,006	0,059	

Fuente. Elaboración propia del tesista.

4.3. Correlación de la temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y radiación solar del crecimiento en altura total de las especies

La matriz de correlación de la tabla 09, muestra que las variables ambientales como precipitación, horas de sol tiene correlación significativa con el crecimiento en altura total de la caoba ($p < 0,05$).

Tabla 09. Matriz de correlación de la temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y radiación solar con el crecimiento en altura total caoba

		Correlaciones ^a				
		Pro_HT(cm)	pp	HR	T°	Horas de sol
Correlación de Pearson	Pro_HT(cm)	1,000	-0,549	0,147	0,252	0,375
	Pp	-0,549	1,000	-0,413	-0,588	-0,550
	HR	0,147	-0,413	1,000	0,980	-0,534
	T°	0,252	-0,588	0,980	1,000	-0,352
	Horas de sol	0,375	-0,550	-0,534	-0,352	1,000
Sig. (unilateral)	Pro_HT(cm)		0,002	0,231	0,102	0,027
	Pp	0,002		0,016	0,001	0,001
	HR	0,231	0,016		0,000	0,002
	T°	0,102	0,001	0,000		0,036
	Horas de sol	0,027	0,001	0,002	0,036	

Fuente. Elaboración propia del tesista.

La matriz de correlación de la tabla 10, muestra que las variables ambientales no tienen correlación significativa con el crecimiento en altura total de la cedro ($p > 0,05$).

Tabla 10. Matriz de correlación de la temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y radiación solar con el crecimiento altura total cedro

		Correlaciones ^a				
		Pro_HT(cm)	pp	HR	T°	Horas de sol
Correlación de Pearson	Pro_HT(cm)	1,000	-0,093	0,018	0,037	0,070
	pp	-0,093	1,000	-0,413	-0,588	-0,550
	HR	0,018	-0,413	1,000	0,980	-0,534
	T°	0,037	-0,588	0,980	1,000	-0,352
	Horas de sol	0,070	-0,550	-0,534	-0,352	1,000
Sig. (unilateral)	Pro_HT(cm)		0,303	0,460	0,419	0,350
	pp	0,303		0,008	0,000	0,000
	HR	0,460	0,008		0,000	0,001
	T°	0,419	0,000	0,000		0,022
	Horas de sol	0,350	0,000	0,001	0,022	

Fuente. Elaboración propia del tesista.

La matriz de correlación de la tabla 11, muestra que las variables ambientales como precipitación, humedad relativa, temperatura horas de sol no tienen correlación significativa con el crecimiento en altura total de la caoba ($p>0,05$).

Tabla 11. Matriz de correlación de la temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y radiación solar con el crecimiento altura total marupá

		Correlaciones ^a				
		Pro_HT (cm)	Pp	HR	T°	Horas de sol
Correlación de Pearson	Pro_HT(cm)	1,000	-0,287	0,042	0,101	0,228
	pp	-0,287	1,000	-0,413	-0,588	-0,550
	HR	0,042	-0,413	1,000	0,980	-0,534
	T°	0,101	-0,588	0,980	1,000	-0,352
	Horas de sol	0,228	-0,550	-0,534	-0,352	1,000
Sig. (unilateral)	Pro_HT(cm)		0,183	0,448	0,378	0,238
	pp	0,183		0,091	0,022	0,032
	HR	0,448	0,091		0,000	0,037
	T°	0,378	0,022	0,000		0,131
	Horas de sol	0,238	0,032	0,037	0,131	

Fuente. Elaboración propia del tesista.

La matriz de correlación de la tabla 12, muestra que las variables ambientales como precipitación, humedad relativa, temperatura y horas de sol no tiene correlación significativa con el crecimiento en altura total del tornillo ($p<0,05$).

Tabla 12. Matriz de correlación de la temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y radiación solar con el crecimiento altura total tornillo

		Correlaciones ^a				
		Pro_HT (cm)	pp	HR	T°	Horas de sol
Correlación de Pearson	Pro_HT(cm)	1,000	-0,314	0,198	0,245	0,110
	pp	-0,314	1,000	-0,413	-0,588	-0,550
	HR	0,198	-0,413	1,000	0,980	-0,534
	T°	0,245	-0,588	0,980	1,000	-0,352
	Horas de sol	0,110	-0,550	-0,534	-0,352	1,000
Sig. (unilateral)	Pro_HT(cm)		0,083	0,195	0,142	0,318
	pp	0,083		0,031	0,003	0,005
	HR	0,195	0,031		0,000	0,006
	T°	0,142	0,003	0,000		0,059
	Horas de sol	0,318	0,005	0,006	0,059	

Fuente. Elaboración propia del tesista.

4.4. Correlación de la temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y radiación solar con el diámetro de copa de las especies

La matriz de correlación de la tabla 13, muestra que las variables ambientales como precipitación, humedad relativa y temperatura tiene correlación significativa con el crecimiento en el diámetro de la copa de la caoba ($p < 0,05$).

Tabla 13. Matriz de correlación de la temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y radiación solar con el diámetro de copa en caoba

		Correlaciones ^a				
		Pro_Pdcopa	pp	HR	T°	Horas de sol
Correlación de Pearson	Pro_Pdcopa	1,000	-0,352	0,525	0,544	-0,154
	pp	-0,352	1,000	-0,413	-0,588	-0,550
	HR	0,525	-0,413	1,000	0,980	-0,534
	T°	0,544	-0,588	0,980	1,000	-0,352
	Horas de sol	-0,154	-0,550	-0,534	-0,352	1,000
Sig. (unilateral)	Pro_Pdcopa		0,036	0,002	0,002	0,221
	pp	0,036		0,016	0,001	0,001
	HR	0,002	0,016		0,000	0,002
	T°	0,002	0,001	0,000		0,036
	Horas de sol	0,221	0,001	0,002	0,036	

Fuente. Elaboración propia del tesista.

La matriz de correlación de la tabla 14, muestra que las variables ambientales como precipitación, humedad relativa, temperatura y horas de sol no tienen correlación significativa con el crecimiento en el diámetro de la copa del cedro ($p > 0,05$).

Tabla 14. Matriz de correlación de la temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y radiación solar con el diámetro de copa en cedro

		Correlaciones ^a				
		Pro_Pdcopa	Pp	HR	T°	Horas de sol
Correlación de Pearson	Pro_Pdcopa	1,000	0,072	0,128	0,098	-0,184
	pp	0,072	1,000	-0,413	-0,588	-0,550
	HR	0,128	-0,413	1,000	0,980	-0,534
	T°	0,098	-0,588	0,980	1,000	-0,352
	Horas de sol	-0,184	-0,550	-0,534	-0,352	1,000
Sig. (unilateral)	Pro_Pdcopa		0,345	0,239	0,294	0,152
	pp	0,345		0,008	0,000	0,000
	HR	0,239	0,008		0,000	0,001
	T°	0,294	0,000	0,000		0,022
	Horas de sol	0,152	0,000	0,001	0,022	

Fuente. Elaboración propia del tesista.

La matriz de correlación de la tabla 15, muestra que las variables ambientales como precipitación, humedad relativa, temperatura y horas de sol no tienen correlación significativa con el crecimiento en el diámetro de la copa de marupá ($p>0,05$).

Tabla 15. Matriz de correlación de la temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y radiación solar con el diámetro de copa en marupá

Correlaciones ^a						
		Pro_Pdcopa	Pp	HR	T°	Horas de sol
Correlación de Pearson	Pro_Pdcopa	1,000	0,102	-0,227	-0,224	0,114
	Pp	0,102	1,000	-0,413	-0,588	-0,550
	HR	-0,227	-0,413	1,000	0,980	-0,534
	T°	-0,224	-0,588	0,980	1,000	-0,352
	Horas de sol	0,114	-0,550	-0,534	-0,352	1,000
Sig. (unilateral)	Pro_Pdcopa		0,376	0,239	0,242	0,363
	Pp	0,376		0,091	0,022	0,032
	HR	0,239	0,091		0,000	0,037
	T°	0,242	0,022	0,000		0,131
	Horas de sol	0,363	0,032	0,037	0,131	

Fuente. Elaboración propia del tesista.

La matriz de correlación de la tabla 16, muestra que las variables ambientales como precipitación, humedad relativa, temperatura y horas de sol no tienen correlación significativa con el crecimiento en el diámetro de la copa de la caoba ($p>0,05$).

Tabla 16. Matriz de correlación de la temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y radiación solar con el diámetro de copa en tornillo

Correlaciones ^a						
		Pro_Pdcopa	Pp	HR	T°	Horas de sol
Correlación de Pearson	Pro_Pdcopa	1,000	-0,277	0,228	0,263	0,048
	Pp	-0,277	1,000	-0,413	-0,588	-0,550
	HR	0,228	-0,413	1,000	0,980	-0,534
	T°	0,263	-0,588	0,980	1,000	-0,352
	Horas de sol	0,048	-0,550	-0,534	-0,352	1,000
Sig. (unilateral)	Pro_Pdcopa		0,112	0,160	0,124	0,418
	Pp	0,112		0,031	0,003	0,005
	HR	0,160	0,031		0,000	0,006
	T°	0,124	0,003	0,000		0,059
	Horas de sol	0,418	0,005	0,006	0,059	

Fuente. Elaboración propia del tesista.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los bosques tropicales son mosaicos estructurales, en las cuales los claros son considerados importantes para el mantenimiento de la diversidad. Puede haber especies de dosel que dependan de claros para germinar. Los claros aumentan la riqueza del bosque tropical, generando varios nichos que favorecen la regeneración de especies ecológicamente distintas. (Campos, 2009). Las especies difieren en sus necesidades ecológicas en cuanto a recursos ambientales tales como nutrientes del suelo, agua y luz. Las especies arbóreas también varían en otros aspectos, a saber, sus tasas de crecimiento, tiempo de vida, producción de semillas y forma de crecimiento. El conocimiento de dichas diferencias es esencial para el manejo los bosques tropicales que se caracterizan por su diversidad de especies (Fredericksen, Contreras y Pariona, 2001). En el presente trabajo de investigación sobre la Influencia de los Factores Ambientales en el crecimiento de plantas forestales podemos darnos cuenta que estos aspectos ambientales tienen una influencia directa en el desarrollo de los cultivos como se presenta en el presente trabajo de investigación en el cual la Humedad relativa se encuentra en un 86%; la Precipitación fue de 15.2 mm; la Radiación solar se presenta en 5.3% y la Temperatura en 28 °C lo cual son valores óptimos para el desarrollo de las especies forestales, esto se refleja en forma directa en el DIP el que resalta más es la especie marupá con una media de 19.25 mm, referente al tallo la especie cedro obtuvo una media de 7.54 mm; de igual forma en el diámetro de copa (1 y 2) el cedro ocupa el primer lugar con una media de 61.96 cm y 57.98 cm; con respecto a la altura de planta la especie marupá ocupa el primer lugar con una media de 86.68 cm y si a esto le adicionamos los factores ambientales durante el desarrollo del presente trabajo podemos darnos cuenta que estos ejercen una influencia directa en el crecimiento de las plantas.

Sobre los factores asociados con el crecimiento

Entre especies existe diferencias estadísticas para diámetro inicial, altura total y diámetro de la copa de las plántulas ($p < 0,05$), donde las especie caoba, cedro y marupá tuvieron similar crecimiento con un promedio de 13,43 cm, 14,60 cm y 12,84 cm respectivamente; durante el periodo de evaluación

el tornillo tuvo menor crecimiento (7,9 cm). Caoba (72,95), marupá (81,17 cm) y tornillo (73,87 cm) tuvieron similar crecimiento, pero el cedro (118,9 cm) creció más rápido, este crecimiento se correlaciona con el promedio de copa pues el crecimiento en caoba fue 55,75 cm, marupá 56,28 cm y tornillo 49,86 cm y en el caso del cedro el área de copa fue estadísticamente superior (80,65 cm). Durante el periodo de evaluación crecieron significativamente. Pero no reportan significancia estadística significativa entre parcelas indicando que el terreno no influyó en crecimiento.

De los numerosos factores ambientales que afectan el crecimiento de los árboles, aparentemente el más importante es el suelo por los nutrientes que contiene. Sin embargo, las características significativas en el crecimiento de los árboles no siempre son las mismas. La humedad, textura, profundidad, cantidad de arcilla en el horizonte A y B, nivel de nutrientes y temperatura tienen diferentes efectos proporcionales, dependiendo de la clase de suelo y especie. (García y Traverso, 2004). Como en el caso del presente trabajo la humedad y el suelo juegan un papel importante para la germinación de las semillas de las plantas forestales, tal como lo indica (Kozłowski y Ahlgren, 1974), que manifiestan que el efecto de la capa de humus sobre la humedad del suelo es ambivalente; durante períodos húmedos tiene la particularidad de inhibir grandes cantidades de agua; en periodos secos evita la evaporación de la humedad del suelo, esto también lo sostiene. Se sabe que para crecer las plantas precisan agua y determinados minerales. Un suelo es fértil cuando tiene las sustancias indispensables para que las plantas se desarrollen bien. Las plantas consiguen del aire y del agua algunos elementos que necesitan, como el carbono, el hidrógeno y el oxígeno. Otros nutrientes esenciales están en el suelo: aquellos que los vegetales requieren en grandes cantidades se llaman nutrientes principales. Son el nitrógeno, el fósforo, el potasio, el calcio y el magnesio. Prauce J. L *et al.*, (2003).

Por otro lado, las variables ambientales como precipitación y horas de sol tuvieron una correlación significativa con el crecimiento en altura total de la caoba ($p < 0,05$) y la precipitación, humedad relativa y temperatura tuvieron correlación significativa con el crecimiento en el diámetro de la copa de la caoba ($p < 0,05$).

CAPÍTULO VI: PROPUESTA

Actualmente el cambio climático afecta a todos los sistemas de producción, por lo tanto, los factores ambientales tienen influencia directa en la producción de plantas forestales en el CIEFOR de Puerto Almendras; pero no todas las especies responden favorablemente a estos cambios; como se observó en el presente trabajo de investigación donde las especies de marupá y cedro mostraron los mejores resultados; pero estos resultados pueden deberse también a otros factores. Por lo tanto nuestra propuesta es realizar trabajos de investigación con especies forestales comerciales y de demanda local para contar con un banco de germoplasma para desarrollar programas de reforestación, lo cual beneficiara a la población por el servicio ambiental que prestan y por el valor comercial del producto en el mercado regional, nacional e internacional.

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos se concluye que:

1. Entre especies existen diferencias estadísticas para diámetro inicial, altura total y diámetro de la copa de las plántulas ($p < 0,05$), donde las especie caoba, cedro y marupá tuvieron similar crecimiento con un promedio de 13,43 cm, 14,60 cm y 12,84 cm respectivamente; durante el periodo de evaluación el tornillo tuvo menor crecimiento (7,9 cm). Caoba (72,95), marupá (81,17 cm) y tornillo (73,87 cm) tuvieron similar crecimiento, pero el cedro (118,9 cm) creció más rápido, este crecimiento se correlaciona con el promedio de copa pues el crecimiento en caoba fue 55,75 cm, marupá 56,28 cm y tornillo 49,86 cm y en el caso del cedro el área de copa fue estadísticamente superior (80,65 cm).
2. Las variables ambientales con el crecimiento en diámetro en la caoba muestra que el aumento de la precipitación influye negativamente en la plantación, pero estadísticamente esta correlación no fue significativa ($p > 0,05$)
3. La matriz de correlación muestra que las variables ambientales no tiene correlación significativa con el crecimiento en diámetro en el cedro
4. Las variables ambientales como precipitación, humedad relativa y temperatura tiene correlación significativa con el crecimiento en el diámetro de la copa de la caoba ($p < 0,05$).
5. Por otro lado, las variables ambientales como precipitación y horas de sol tuvieron una correlación significativa con el crecimiento en altura total de la caoba ($p < 0,05$) y la precipitación, humedad relativa y temperatura tuvieron correlación significativa con el crecimiento en el diámetro de la copa de la caoba ($p < 0,05$).

CAPITULO VIII: RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar trabajos similares con otras especies forestales de gran demanda en el mercado local e internacional.
2. Sería conveniente determinar la cantidad de Eficiencia Fotosintética y CO₂ que acumulan estas especies en esta etapa de plántulas.

CAPÍTULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE, B.C. 1981. Efectos del fuego en algunas propiedades físicas de suelos forestales. Universidad Autónoma Chapingo-Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Bosques. Pub Esp. No. 5. 73 p.
- ALCALA J. (2001). Indicadores de Sostenibilidad. México. 356 p.
- ALVÁN, A. (2003). Inventario de poblaciones naturales y ensayos de germinación de semillas de Irapay en Jenaro Herrera. Tesis Ing. For. UNAP. Iquitos-Perú. *Lepidocaryum tenue Martius*
- ARAGÓN, A., P. M MAC DONAGH Y R. M. MARLATS. 1990. Dinámica comparada del agua edáfica bajo bosque y pradera. Análisis de un caso y sus connotaciones regionales. Actas del I Congreso Latinoamericano Internacional de Manejo y Ordenación de Cuencas Hidrográficas. Santiago de Chile. Chile: 290-299.
- ASCÓN Y TALÓN (1999). Fisiología y Bioquímica vegetal inter americana Mc Graw Hill 1ra. Edición impreso en España Capítulo 15.
- ASOCIACIÓN DE AGRICULTURA AGROECOLÓGICA (1996). Puerto Maldonado-Perú.
- BARDALES, M. J.DE LA CRUZ (2015). Germinación de semillas de tres fenotipos de aguaje (*Mauritia flexuosa* Lf. En cinco profundidades de siembra y dos condiciones de cobertura en el ciefor puerto almendra, Loreto – Perú.
- BALUARTE, J. FREITAS. L, OTAROLA. E, y DELGADO, C. (2,000). Cultivo del Tornillo (*Cedrelinga Cateniformis* Ducke) Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP) Programa de Ecosistemas Terrestres (PET) Centro de Investigación Jenaro Herrera C.I.J.H. Iquitos - Perú.
- BIBLIOTECA DE CONSULTA MICROSOFT ® ENCARTA ® 2003 © 1993. 2002. Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

- BOSCO IMBERT, J.; BLANCO, J.; CASTILLO, F. 2004. Gestión forestal y ciclos de nutrientes en el marco del cambio global. Ecología de bosque mediterráneo en un mundo cambiante. Págs. 479–506. Ministerio de medio ambiente. EGRAF S. A. Madrid.
- CARL L. Wilson. 1998. Botánica. Centro Regional de ayuda técnica Agencia para el Desarrollo Regional México 682 p.
- CORVALÁN, P. y HERNÁNDEZ, J. 2006. El sitio, Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales Dpto. Manejo de Recursos Forestales. Cátedra de Dasometría, 9 p.
- CULTIVO DE FRUTALES NATIVOS AMAZÓNICOS (1997), Manual para el Extensionista, Tratado de Cooperación Amazónica-TCA, Lima-Enero.
- CAMPOS Z., L.E. 2009. Dendrocronología en árboles de Tornillo, *Cedrelinga cateniformis* Ducke (Fabácea), del centro de investigaciones Jenaro Herrera en el noreste de la Amazonia, Región Loreto-Perú. Tesis Mag.Sc. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina. 129 p.
- DANIEL, W.T.; HELMS, A.J. y BACKER, S. F.1982, Principios de Silvicultura, Traducido por Elizondo, M. R. 2 edición. McGraw-Hill, México, D. F. 492 p.
- DEBANO, L.F.; NEARY, D.G. and FFOLLIOTT, P. F. 1998. Fire's effects on ecosystems. John Wiley. U.S. A. 333 p.
- FERNÁNDEZ, R.; RODRÍGUEZ ASPILLAGA, F.; LUPI, A.; HERNÁNDEZ, A.; REIS, H. 1999b. Efectos de diferentes prácticas de preparación del terreno y fertilización sobre el crecimiento inicial del *Pinus spp* en el NE argentino. Bosque 20(1): 47-55.
- FERROÑAY R. (2001). Estrategias y tecnologías para la producción sostenible de "Camu - Camu". IIAP. Iquitos- Perú. 12 pág.
- FAO. 1993. Manual de Viveros Forestales En la Sierra Peruana Lima-Perú 123 p.
- HALLEY T. (1992) Forrajes, Fertilizantes y Valor Nutritivo. Editorial Aedos. Barcelona – España. 203pp.

- HAWLEY, R. y SMITH, D. (1972) *Silvicultura Práctica* Ediciones Omega. Barcelona España. 544 pp.
- HERNÁNDEZ G., J. D., Y D. A. RODRÍGUEZ T. 2008. Radiación solar y supervivencia en una plantación de vara de perlilla (*Symphorkarpos microphyllus* H.B.K.). *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 14: 27–31.
- JIMÉNEZ, C.P. 1999. Efectos del fuego en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo en bosque natural de *Pinus patula Schlecht et Cham*. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, México. 76 p.
- JULIA MARTÍNEZ y ADRIÁN FERNÁNDEZ (2004) “Cambio climático, una visión desde México”. 280 pág.
- KANNINEN, M. 1992. Desarrollo de plantaciones forestales: oportunidades y problemas. Simposio forestal México-Finlandia. 10 p.
- KOSLOWSKI, T.T. and AHLGREN, C.E 1974. *Fire and ecosystems*. Academia Press. USA. N.Y. 542 p.
- MILLAR, C.E. 2004. *Edafología. Fundamento de la ciencia del suelo*. Editorial Continental. S.A. México. 612 p.
- MORALES, P. 2003. Notas de aulas de silvicultura tropical. Universidade federal de Mato Grosso. Faculdade de engenharia florestal. Mato Grosso, Brasil. 66 p.
- MELO C., O.; VARGAS R., R. 2002. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad de Tolima. Ibagué, CO, s. e. 235 p.
- NORIEGA LÓPEZ, E. (2002). Ensayo de germinación con semillas de *Miconia poeppigii triana* (Rifari) en el CIEFOR – Pto. Almendra. Tesis Ing. Forestal UNAP- FIF. Iquitos – Perú.
- NUTTO, L.; FARINHA W., L. 2002. Relações entre fatores climáticos e incremento em diâmetro de *Zanthoxy lumrhoifolia* Lam. E *Zanthoxylum hyemale* St. Hil. na região de Santa Maria, RS. Paraná, BR, Colombo. p. 41-55. (Boletín de investigación forestal no.45).

- OLIVER et al 2002. Degradación de la hojarasca en un pastizal oligotrófico Mediterráneo del Centro de la Península Ibérica. Universidad Complutense de Madrid.
- PRAUCE J. L et al 2003. Dinámica de la mineralización de NPK en hojas de *Schinopsis balansea Engi*. Sobre un suelo Forestal del Parque Chaqueño húmedo. Departamento de suelos. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Nordeste. Quebracho Argentina.
- PRITCHETT, W.L. 1986. Suelos forestales: propiedades, conservación y mejoramiento. Traducido por Hurtado, V. J. LIMUSA. México, D.F. 634 p.
- PORTA, J. LÓPEZ ACEVEDO, M. ROQUERO, C. (1999). Edafología para la agricultura y el medio ambiente, 2da edición, Ediciones Mundi - prensa. Madrid, Barcelona, México. X pág.
- PÉREZ, V. J. y ARÉVALO, L. (1999). Cultivo para suelos marginales de la Amazonía - Perú 22p.
- PRITCHETT, W.L. 1986. Suelos forestales: propiedades, conservación y mejoramiento. Traducido por Hurtado, V. J. Limusa. México, D.F. 634 p.
- REVISTA DE BIOLOGÍA TROPICAL (1999). Desarrollo Ontogénico de Plántulas de *Guazuma Ulmifolia*. Vol. 47. pág. 765.
- REYNEL, C., T.D. PENNINGTON, R.T. PENNINGTON, C. FLORES, A., DAZA (2003). Árboles útiles de la Amazonía Peruana y usos. Edición Tare. Gráfica Educativa. Lima – Perú 383 p.
- RODRÍGUEZ, T.D.A. 1996. Incendios forestales. Universidad Autónoma Chapingo-MundiPrensa. México D. F. 630 p.
- VALDERRAMA H. (2002). Inventario florístico del arboretum el Huayo. Proyecto Jardín Botánico Puerto Almendra. IIAP.UNAP. Iquitos-Perú. 70 pp.
- ZUMAETA VELA, G.M. (2001). Estudio del comportamiento germinativo y crecimiento inicial de la *Ocotea acyphylla*_AMAZ. (canela moena) en el vivero forestal Pto. Almendra . Loreto – Perú. Tesis Ing. For. UNAP. Iquitos – Perú.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistência

PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICES
¿En qué medida los factores ambientales influyen sobre el crecimiento de las especies forestales: caoba, cedro, marupá y tornillo en el CIEFOR – Puerto Almendra?	- Los factores ambientales influyen sobre el crecimiento de las especies forestales: caoba, cedro, marupá y tornillo.	<p>General Determinar los factores ambientales y su efecto sobre el crecimiento de las especies forestales de caoba, cedro, tornillo y marupá en la zona de Puerto Almendra. Rio Nanay</p> <p>Específicos > Determinar si la temperatura influye sobre el crecimiento de especies forestales: caoba, cedro, marupá y tornillo. > Determinar si la humedad relativa influye sobre las especies forestales: caoba, cedro, marupá y tornillo. > Determinar si la precipitación pluvial influye sobre las especies forestales: caoba, cedro, marupá y tornillo. > Determina si la radiación solar influye sobre las especies forestales: caoba, cedro, marupá y tornillo.</p>	<p>Independiente (X) X1: Factores Ambientales. X2: Especies Forestales</p> <p>Dependiente (Y) Y1: Crecimiento del Fuste. Y2: Diámetro del Fuste. Y3: Diámetro de Copa. Y4: Edad de la Plantación</p>	<p>Independiente (X) X11: Humedad X 12: Temperatura X13: Precipitación pluvial X14: Radiación solar</p> <p>X 21: Caoba X22: Cedro X23: Marupá X24: Tornillo</p> <p>Dependiente. (Y) Y1: Crecimiento Y2: Diámetro de fuste Y3: Diámetro de Copa Y4: Edad de la Plantación.</p>	<p>ml, L, cm³ ° C ml, L, cm³ w /m²</p> <p>cantidad cantidad cantidad cantidad</p> <p>% m m meses</p>

Anexo 2: Consentimiento Informado

Visto el Oficio S/N del Ing. Benjamín E. Ramos Iparraguirre, donde Solicita a esta Dirección el permiso correspondiente para desarrollar en las Instalaciones de la Facultad de Ingeniería Forestal (CIEFOR) su Tesis de Maestría, Titulada “Factores Ambientales y su Influencia sobre el Crecimiento de Plantas Forestales en el CIEFOR Puerto Almendras-Iquitos-2018” usando las instalaciones de la Facultad esta Dirección crea Conveniente Facilitar las Instalaciones al mencionado profesional para que pueda desarrollar en ella la Tesis de su Maestría.

Puerto Almendras, mayo 2018

DIRECTOR FCF

Anexo 3: Pruebas de normalidad y de homogeneidad de variancias de las variables en estudio

FICHA

DISEÑO EXPERIMENTAL: DBCA, 4 REP, 5 TRATAMIENTOS

PRUEBA DE NORMALIDAD: SHAPIRO WILKS MODIFICADO. (Residuales)

PRUEBA DE HOMOGENEIDAD: PRUEBA DE LEVEN (Res Abs.)

SOFTWARE: INFOSTAT

RESULTADOS

VARIABLE	NORMALIDAD	HOMOGENEIDAD
D (mm)	P valor =0.0997	Pvalor= 0.1749
HT (cm)	P valor= 0.8693	Pvalor= 0.0171
D copa 1 (cm)	P valor= 0.9493	Pvalor= 0.2019
D copa 2 (cm)	P valor= 0.7267	Pvalor= 0.1850

CONCLUSIÓN

Errores aleatorios con distribución normal y variancias homogéneas todas las variables

RECOMENDACIÓN

Realizar Pruebas estadísticas Paramétricas para todas las variables en estudio.

Anexo 4: Resumen de las variables en estudio en cuatro especies forestales

ESPECIES	MEDICIONES	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx	Asimetría	Kurtosis
CAOBA	M1	D (mm)	4	5.65	1.14	20.24	4.58	7	0.38	-1.65
CAOBA	M1	HT (cm)	4	40.64	6.39	15.73	35.1	49.19	0.98	-1.25
CAOBA	M1	D copa 1 (cm)	4	45.74	7.95	17.39	36.67	55.71	0.31	-1.14
CAOBA	M1	D copa 2 (cm)	4	42.45	5.07	11.94	35.09	46.23	-1.65	-0.84
CAOBA	M2	D (mm)	4	6.89	1.59	23.14	4.7	8.23	-1.16	-1.13
CAOBA	M2	HT (cm)	4	53.24	12.1	22.73	36.81	65.28	-0.97	-1.04
CAOBA	M2	D copa 1 (cm)	4	54.12	6.77	12.51	46.48	62.95	0.52	-0.99
CAOBA	M2	D copa 2 (cm)	4	48.96	8.43	17.22	43.19	61.33	1.75	-0.79
CEDRO	M1	D (mm)	4	6.65	0.91	13.71	5.93	7.85	0.93	-1.32
CEDRO	M1	HT (cm)	4	65.11	8.45	12.97	53.19	73.14	-1.28	-0.87
CEDRO	M1	D copa 1 (cm)	4	53.47	6.41	11.98	44.75	58.28	-1.12	-1.19
CEDRO	M1	D copa 2 (cm)	4	48.09	8.79	18.29	37.75	58.71	0.09	-1.2
CEDRO	M2	D (mm)	4	8.42	1.77	21.05	6.33	10.24	-0.29	-1.57
CEDRO	M2	HT (cm)	4	81.76	6.39	7.82	72.84	87.8	-1.21	-0.95
CEDRO	M2	D copa 1 (cm)	4	70.46	6.98	9.9	60.1	75.1	-1.88	-0.72
CEDRO	M2	D copa 2 (cm)	4	67.87	13.87	20.44	48.15	80.42	-1.38	-0.88
MARUPÁ	M1	D (mm)	4	5.93	2.87	48.36	3.21	9.29	0.34	-1.67
MARUPÁ	M1	HT (cm)	4	54.71	31.5	57.57	26.42	95.9	0.83	-1.33
MARUPÁ	M1	D copa 1 (cm)	4	44.51	22.52	50.59	20.14	73	0.47	-1.24
MARUPÁ	M1	D copa 2 (cm)	4	39.95	21.77	54.5	18	68.76	0.8	-1.16
MARUPÁ	M2	D (mm)	4	6.37	2.56	40.29	3.71	8.91	-0.05	-1.86
MARUPÁ	M2	HT (cm)	4	66.11	30.45	46.06	38.42	106.05	0.84	-1.31
MARUPÁ	M2	D copa 1 (cm)	4	51.62	24.36	47.19	30.57	84.35	1.01	-1.22
MARUPÁ	M2	D copa 2 (cm)	4	47.07	26.92	57.19	22.58	80.7	0.6	-1.5
TORNILLO	M1	D (mm)	4	6.97	1.38	19.76	5.2	8.52	-0.44	-1.07
TORNILLO	M1	HT (cm)	4	70.03	16.23	23.17	56.66	93.38	1.54	-0.87
TORNILLO	M1	D copa 1 (cm)	4	47.83	9.68	20.23	37.19	58.8	0.07	-1.56
TORNILLO	M1	D copa 2 (cm)	4	38.83	6.96	17.92	29.47	44.9	-1.01	-1.21
TORNILLO	M2	D (mm)	4	8.75	1.4	16.06	6.88	10.27	-0.7	-1
TORNILLO	M2	HT (cm)	4	79.41	15.33	19.3	63.9	98.95	0.6	-1.32
TORNILLO	M2	D copa 1 (cm)	4	55.37	7.46	13.47	47	61.7	-0.26	-1.8
TORNILLO	M2	D copa 2 (cm)	4	49.04	6	12.23	40.8	53.8	-1.17	-1.15

Anexo 5: Promedios Mensuales de los Factores Ambientales

Meses	P (mm)	T Med	HR (%)	H. Sol
E	15.4	27.8	85.6	2.4
F	15.0	26.9	85.0	2.5
M	15.3	28.2	84.2	2.2
A	14.9	28.0	85.2	2.2
M	15.1	28.0	85.2	2.0
J	15.0	28.5	86.0	2.4
J	14.7	27.6	86.2	2.3
A	14.9	27.7	85.8	1.9
S	14.5	28.0	84.3	2.2
O	15.6	28.1	84.8	2.3
N	15.5	27.6	86.0	2.5
D	15.6	27.9	86.0	2.4
Promedios	15.2	27.9	85.7	2,8

Estación Meteorológica Puerto Almendras (2018)

Anexo 6: Instrumentos de recolección de datos

Especies	Medición	DIP (mm)	HT (cm)	D1 (cm)	Total
Caoba	M1				
Cedro	M1				
Marupá	M1				
Tornillo	M1				

Especies	Medición	DIP (mm)	HT (cm)	D1 (cm)	Total
Caoba	M2				
Cedro	M2				
Marupá	M2				
Tornillo	M2				

Anexo 7: Vistas del trabajo de campo



Foto 1. Especie de cedro en campo definitivo



Foto 2. Especie de cedro en campo definitivo



Foto 3. Especie Tornillo en campo definitivo



Foto 4. Especies en campo definitivo CIEFOR



Foto 5. Especie instalada en CIEFOR (campo definitivo)



Foto 6. Repoblación con especies en el CIEFOR

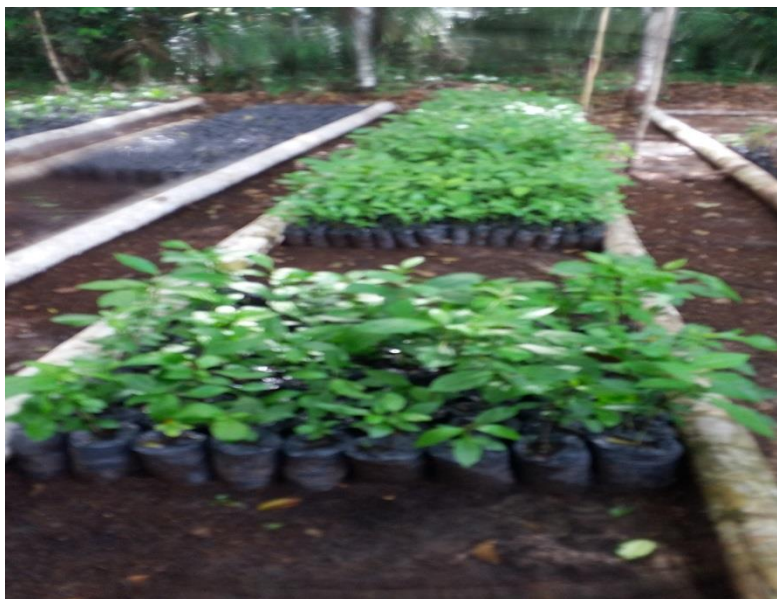


Foto 7. Plántulas en el vivero CIEFOR



Foto 8. Plántulas en vivero listo para trasplante