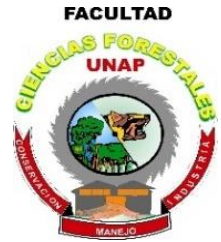




UNAP



FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ECOLOGÍA DE BOSQUES
TROPICALES**

TESIS

**“CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS DE TRES ESPECIES FORESTALES CON
APLICACIÓN DE ABONAMIENTO FOLIAR EN PLANTACIÓN. PUERTO
ALMENDRA, LORETO, PERÚ - 2021”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA EN ECOLOGÍA DE BOSQUES TROPICALES**

PRESENTADO POR:

GRECIA ARÉVALO CARDENAS

ASESOR:

Ing. SEGUNDO CÓRDOVA HORNA, Dr.

IQUITOS, PERÚ

2022

ACTA DE SUSTENTACIÓN



UNAP

**Facultad de
Ciencias Forestales**

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 057-CTG-FCF-UNAP-2022

En Iquitos, a los 21 días del mes de setiembre del 2022, a horas 10:00 m., se dio inicio a la sustentación de la tesis: "CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS DE TRES ESPECIES FORESTALES CON APLICACIÓN DE ABONAMIENTO FOLIAR EN PLANTACION. PUERTO ALMENDRA, LORETO, PERÚ - 2021", aprobado con R.D. N° 0344-2021-FCF-UNAP, presentado por la bachiller GRECIA AREVALO CARDENAS, para obtener el Título Profesional de Ingeniera en Ecología de Bosques Tropicales, que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

El jurado calificador y dictaminador designado mediante R.D. N° 0402-2022-FCF-UNAP, está integrado por:

Ing. Jose Antonio Escobar Diaz, Dr. : Presidente
Ing. Jorge Elias Alvan Ruiz, Dr. : Miembro
Ing. Rildo Rojas Tuanama, Dr. : Miembro
Ing. Segundo Cordova Horna, Dr. : Asesor


Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: *En forma Satisfactoria*


El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llego a las siguientes conclusiones:


La sustentación pública y la tesis han sido: *Aprobada* con la calificación de *Bueno*


Estando la bachiller apta para obtener el Título Profesional de Ingeniera en Ecología de Bosques Tropicales.

Siendo las *12:00*, se dio por terminado el acto *teóricamente*


Ing. JOSE ANTONIO ESCOBAR DIAZ, Dr.
Presidente


Ing. JORGE ELIAS ALVAN RUIZ, Dr.
Miembro


Ing. RILDO ROJAS TUANAMA, Dr.
Miembro


Ing. SEGUNDO CORDOVA HORNA, Dr.
Asesor

Conservar los bosques benefician a la humanidad ¡No lo destruyas!
Ciudad Universitaria "Puerto Almendra", San Juan, Iquitos-Perú
www.unapiquitos.edu.pe
Teléfono: 065-225303

TESIS

"CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS DE TRES ESPECIES FORESTALES CON
APLICACIÓN DE ABONAMIENTO FOLIAR EN PLANTACIÓN. PUERTO
ALMENDRA, LORETO, PERÚ - 2021"

(Aprobado el día 21 de setiembre de 2022 según Acta de Sustentación N°057-CGT-FCF-UNAP-
2022)

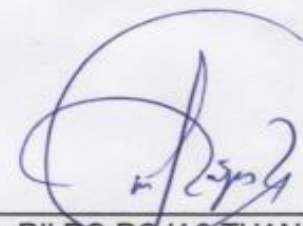
MIEMBROS DEL JURADO Y ASESOR



Ing. JOSÉ ANTONIO ESCOBAR DÍAZ, Dr.
C.I.P. 18610
PRESIDENTE



Ing. JORGE ELÍAS ALVÁN RUIZ, Dr.
C.I.P. 28367
MIEMBRO



Ing. RILDO ROJAS TUANAMA, Dr.
C.I.P. 86706
MIEMBRO



Ing. SEGUNDO CÓRDOVA HORNA, Dr.
C.I.P. 65032
ASESOR

Nombre del usuario:
Universidad Nacional de la Amazonia Peruana

ID de Comprobación:
68125507

Fecha de comprobación:
17.05.2022 11:03:05 -05

Tipo de comprobación:
Doc vs Internet

Fecha del Informe:
17.05.2022 11:03:34 -05

ID de Usuario:
Ocultado por Ajustes de Privacidad

Nombre de archivo: **TESIS RESUMEN GRECIA AREVALO CARDENAS**

Recuento de páginas: **26** Recuento de palabras: **5339** Recuento de caracteres: **33426** Tamaño de archivo: **853.41 KB** ID de archivo: **79142941**

25.9% de Coincidencias

La coincidencia más alta: **9.05%** con la fuente de Internet (<http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5302/Ce>).



25.9% Fuentes de Internet 518

Página 28

No se llevó a cabo la búsqueda en la Biblioteca

17.9% de Citas

Citas 18

Página 29

No se han encontrado referencias

0% de Exclusiones

No hay exclusiones

DEDICATORIA

Dedico mi tesis a mi familia por ser mi impulso a salir adelante día a día valorando cada consejo de mis padres por querer verme lograr mis metas y teniendo siempre a dios presente guiando mi camino, es por eso que a cada de ellos va dedicado este trabajo a mis padres, hijas, hermanos.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por bendecirme la vida, por guiarme y darme fortaleza en todo el camino universitario.

Agradecer a mis padres Gabriel Arévalo Ramos y Rosario Cárdenas Greffa por ser mis motores en mis sueños, por confiar y brindarme su apoyo incondicional, por los consejos, valores y principios que me inculcaron, por estar conmigo en aquellos momentos que pensé que todo salía mal, a mis hermanos que estuvieron apoyándome para seguir adelante y no abandonar este sueño en ser ING. En Ecología de Bosques Tropicales.

Y por último y no menos importante a mi asesor por apoyarme y darme su tiempo en este recorrido.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
LISTA DE JURADOS	iii
RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Bases teóricas	4
1.3. Definición de términos básicos	6
CAPITULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	7
2.1. Formulación de la hipótesis	7
2.2. Variables y su operacionalización	7
CAPITULO III: METODOLOGÍA	8
3.1. Tipo y diseño	8
3.2. Diseño muestral	8
3.3. Procedimientos de recolección de datos	9
3.4. Procesamiento y análisis de los datos	10

CAPITULO IV:	RESULTADOS	13
CAPITULO V:	DISCUSIÓN	19
CAPITULO VI:	CONCLUSIONES	22
CAPITULO VII:	RECOMENDACIONES	23
CAPITULO VIII:	FUENTES DE INFORMACIÓN	24
ANEXOS		28

ÍNDICE DE CUADROS

N°	Título	Pág.
1	Características del experimento	9
2	Incremento en altura total de las plantas de tres especies forestales de una plantación del CIEFOR – Puerto Almendra – FCF – UNAP.	13
3	Análisis de variancia para el incremento en altura total (cm) de plantas de tres especies forestales del CIEFOR – Puerto Almendra–FCF–UNAP.	14
4	Prueba de tukey para el incremento en altura total de las plantas de las tres especies forestales evaluadas.	15
5	Incremento en diámetro (mm) de las plantas de tres especies forestales en plantación.	16
6	Análisis de variancia para el incremento en diámetro de las plantas de tres especies forestales en plantación.	17
7	Prueba de tukey para el incremento en diámetro de las plantas de las tres especies forestales en plantación con abonamiento foliar.	18

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Título	Pág.
1	Incremento en altura total de las plantas de tres especies forestales en plantación.	14
2	Incremento del diámetro en las plantas de tres especies forestales en plantación.	17
3	Mapa de ubicación del área de estudio.	29
4	Croquis de distribución de las fajas en la Parcela 2 de la plantación.	30

RESUMEN

La tesis se desarrolló en las instalaciones del CIEFOR Puerto Almendra FCF - UNAP, San Juan Bautista, Maynas, Loreto, Perú. El objetivo fue determinar el efecto del abonamiento foliar en el crecimiento en altura y diámetro de las plantas de tres especies forestales en plantación con fertilización foliar. Se utilizaron las parcelas 5: fajas "A", "C", "E", "H", "J", "K" y Parcela 2: fajas "A", "D", "H" de la plantación; la fertilización foliar de 10 ml / 200 ml de agua. Los resultados muestran que el incremento en diámetro y altura total tuvo la misma tendencia siendo la *Cedrelinga cateniformis* "tornillo" la que presentó los mayores valores con 124 cm en altura total y 13,3 mm en diámetro, seguido de la *Swietenia macrophylla* "caoba" con 91 cm en altura total y 12,2 mm en diámetro, finalmente la *Cedrela odorata* "cedro" con 77 cm en altura total y 9 mm en diámetro; pero según el análisis estadístico no existe diferencia significativa en los incrementos en diámetro y altura total entre las tres especies forestales evaluadas con 95% de confianza.

Palabras claves: Plantación, especies, plantas, fertilización foliar.

ABSTRACT

The thesis was developed at the facilities of CIEFOR Puerto Almendra FCF - UNAP, San Juan Bautista, Maynas, Loreto, Peru. The objective was to determine the effect of foliar fertilization on growth in height and diameter of plants of three forest species in plantation with foliar fertilization. Plots 5 were used: strips "A", "C", "E", "H", "J", "K" and Plot 2: strips "A", "D", "H" of the plantation; foliar fertilization of 10 ml / 200 ml of water. The results show that the increase in diameter and total height had the same trend, being the *Cedrelinga cateniformis* "tornillo" the one that presented the highest values with 124 cm in total height and 13,3 mm in diameter, followed by the *Swietenia macrophylla* "caoba" with 91 cm in total height and 12,2 mm in diameter, finally the *Cedrela odorata* "cedro" with 77 cm in total height and 9 mm in diameter; but according to the statistical analysis there is no significant difference in the increases in diameter and total height between the three forest species evaluated with 95% confidence.

Keywords: Plantation, species, plants, foliar fertilization

INTRODUCCIÓN

La escasa información de los recursos naturales de la amazonia peruana hace necesario realizar estudios de los bosques para que sirva de guía para su buen aprovechamiento; la complejidad del bosque tropical en su composición florística dificulta enormemente todo tipo de acciones de evaluación y aprovechamiento forestal (INADE, 2004, p. 220).

Wabo (2003, p. 12), menciona que los bosques tropicales por su complejidad y extensión deben ser evaluados teniendo en cuenta que los datos obtenidos son pre-requisitos para el aprovechamiento y conservación del bosque mediante los planes de manejo.

Un bosque no es simplemente una cantidad de madera si no una asociación de plantas vivas que puede y debe tratarse como una riqueza renovable (Loja, 2010, p. 8).

Dackinson (1988, p. 16), reporta que el bosque húmedo tropical es muy complicado en razón de su heterogeneidad referente a especies, géneros, estratos, altura, densidad y distribución diamétrica; la distribución de las plantas en la Amazonía están afectadas principalmente por el relieve, tipo de suelo y la precipitación; estas características hacen que la Amazonía peruana sea considerada como uno de los ecosistemas más complejos en cuanto a diversidad genética del planeta. Además Pearson (1995, p. 23), indica que la mayoría de los suelos contiene entre 1% y 6 % de materia orgánica, lo que representa de 20 000 a 120 000 kg de materia orgánica en una hectárea.

Zavaleta (1992, p. 194), comenta que los efectos de la materia orgánica son notorios, tan solo cuando ésta forma parte integral del suelo porque influye en las características físicas, químicas y biológicas.

Para el CONAF (2013, p. 82), “algunas especies requieren fertilización; esta actividad busca mejorar la supervivencia y desarrollo adecuado de la planta, debido a que estimula el desarrollo de sus raíces, optimiza el uso eficiente del agua con la captación de nutrientes de manera eficaz y suficiente para asegurar la supervivencia y crecimiento inicial acelerado de la planta garantizando una ocupación óptima del suelo”.

MARENA (2005, p. 47) indica que no existen recetas para fertilizar una plantación, cada plantación, sea esta maderable o energética tiene diferentes necesidades de fertilizantes y depende del sitio o del tipo de suelo donde se va a establecer (INB, 2014, p. 83).

“La fertilización foliar es una práctica efectiva para la corrección de deficiencias nutricionales en plantas que se encuentran bajo condiciones de estrés o en suelos con baja disponibilidad de nutrientes” (Murillo, Piedra y León 2013, p. 239).

El estudio definió si las dosis de abonamiento foliar aplicado a tres especies forestales de la amazonia peruana producen variaciones significativas en el crecimiento de las plantas en altura total y diámetro en una plantación del CIEFOR Puerto Almendra; los nuevos conocimientos referente al abonamiento foliar de las tres especies forestales mejora la información existente referente al tema de estudio que finalmente sirve para ser aplicados en los planes silviculturales del manejo forestal.

El objetivo propuesto fue determinar el efecto del abonamiento foliar en el crecimiento en altura total y diámetro de las plantas de tres especies forestales en plantación. Puerto Almendra, Loreto, Perú - 2021.

CAPITULO I. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

En el 2014 se realizó una investigación cuantitativa – analítica donde se encontró que la fertilización ha demostrado que con la aplicación de 80 g de la fórmula 0-46-0 durante los primeros 3,5 años, se logra hasta 40% de mayor incremento en altura en relación a los no fertilizados (I. N. B., 2014, p. 198).

En el 2015 se efectuó un estudio cuantitativo – analítico donde se determinó que es probable que la mayoría de las pulverizaciones de Zn, Mn, Ca y Fe sean de efecto local, con transporte muy limitado fuera de los tejidos pulverizados (Fernández, Sotiropoulos y Brown, 2015, p. 115).

El 2008 se desarrolló una investigación cuantitativa - analítica donde se determinó para plantaciones de *Swietenia macrophylla* que “para el sector Unihuaqui a los 6,4 años se encontró un diámetro promedio de 2,98 cm, una altura promedio de 3,53 cm, un incremento medio anual en diámetro de 0,46 cm/año, un incremento medio anual en altura de 0,55 cm/año, un área basal promedio de 0,05 m²/ha, un volumen promedio de 0,1 m³/ha y un incremento medio anual en volumen de 0,02 m³/ha/año; y para el sector Guacamayo a los 5,5 años presentó un diámetro promedio de 2,47 cm, una altura promedio de 2,58 cm, un incremento medio anual en diámetro de 0,46 cm/año, un incremento medio anual en altura de 0,48 cm/año, un área basal promedio 0,03 m²/ha, un volumen promedio 0,05 m³/ha” (Saavedra, 2008, p. 62).

En el 2017 se realizó una investigación cuantitativa – analítica donde se encontró que el incremento periódico anual en carbono es influenciado por las variables categóricas: iluminación de la copa y forma de la copa; así mismo se

debe considerar el hábitat lumínico asociado a la riqueza, abundancia relativa y rareza de especies, en la dinámica del bosque contempló la mortalidad, reclutamiento y crecimiento diamétrica para un periodo de 5,25 años (Melo *et al.* 2017, p. 22).

1.2. Bases teóricas

La fertilización se puede aplicar al suelo o al follaje; “La fertilización foliar es una herramienta importante para el manejo sostenible y productivo de los cultivos; pero, la comprensión actual de los factores que influyen para alcanzar la máxima eficacia de las aplicaciones foliares aún sigue siendo incompleta” (Fernández, Sotiropoulos y Brown, 2015, p. 41). El mismo autor menciona que los factores se combinan para determinar la movilidad de un nutriente en el floema son: a) la capacidad de un nutriente para entrar en el floema; b) la capacidad de un nutriente para moverse dentro del floema y, c) la capacidad de un nutriente para salir del floema hacia los tejidos de ‘destino’.

Smith (1992, p. 247), indica que los cambios en el bosque pueden ser causados por medios naturales y artificiales, en la regeneración artificial se requiere aplicar directamente la siembra de plántulas jóvenes desarrolladas a partir de semillas que pueden ser utilizadas para completar o sustituir a la población natural.

Para aumentar la eficiencia del proceso de absorción de nutrientes a nivel foliar, es necesario considerar tanto las características de la cutícula y epidermis de la planta, como las características físico-químicas de los fertilizantes a utilizar, de tal forma que se favorezca la penetración de estos a través de la epidermis; así mismo, el mismo autor vez que entran a la planta” (Fernández, Sotiropoulos y Brown, 2015, p. 96).

Sin embargo, cuando la cutícula seca se humedece las moléculas de agua que se internan establecen nuevos enlaces de hidrógeno y provocan que la estructura de la cutícula se abra; lo anterior genera canales, poros y cavidades de diversos tamaños en su estructura con grupos aniónicos que permiten el transporte de nutrientes hacia las células (Murillo, Piedra y León 2013, p. 235).

En términos generales la fertilización es recomendable aplicar de 50 a 70 gramos de NPK y 10 gramos de bórax al 68% por árbol, independientemente del análisis del suelo (I. N. B., 2014, p. 186).

“el medio ambiente afecta todos los aspectos de la fertilización foliar; desde las reacciones físicas y químicas de los materiales pulverizados; la arquitectura de la planta; la composición cuticular de la hoja y el destino de los nutrientes una El nitrógeno (N) es requerido en grandes cantidades para la formación de sustancias nitrogenadas, que se mueven con el agua y se almacenan en los tejidos (tallo y raíz), en la mayoría de las especies, la fase juvenil necesita de N para formar materia verde en el proceso de crecimiento (Muñoz, 2014, p. 28). El fósforo le da la fuerza necesaria a la planta para que se mantenga rígida y pueda así sostener todas sus partes; también promueve el buen desarrollo de las raíces y fortalece el ciclo de cada planta. Sobre el crecimiento del bosque, el I. N. B. (2014, p. 178), indica que el crecimiento de los arboles individuales está determinado por factores internos (genéticos), externos (sitio) y por el tiempo. El modelo de crecimiento de las especies forestales en relación con su edad, generalmente sigue una curva en forma sigmoideal. Inicialmente crecen lento, después crecen rápidamente y luego la velocidad de crecimiento se reduce nuevamente. El crecimiento del árbol y del bosque es similar, sin embargo no son

iguales, pues en el crecimiento del bosque como en toda población interviene un nuevo factor que es la mortalidad, consecuencia de la ley de la competencia.

Coral (1999, p. 26), indica que, “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)”.

1.3. Definición de términos básicos

Plantación. Sembrío de plantas en un terreno definido (García, 2019, p. 20).

Incremento de altura.- En las plantas, es la diferencia entre la altura final obtenida al término de la evaluación menos la altura inicial de la plántula (Chávez y Huaya, 1997, p. 69).

Incremento de diámetro.- En las plántulas se determina restando el diámetro final menos el diámetro inicial (Chávez y Huaya, 1997, p. 72).

Análisis de variancia.- Es el análisis estadístico que sirve para determinar si existe o no diferencia significativa entre los tratamientos evaluados (Vanderlei, 1991, p. 81).

Prueba de “F”. Es una prueba estadística para verificar la homogeneidad de las variancias; además, es utilizado para verificar si existe o no diferencia significativa entre los tratamientos evaluados (Vanderlei, 1991, p.84).

CAPITULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Formulación de la hipótesis

Es diferente el crecimiento de las plantas en las tres especies forestales con abonamiento foliar en plantación. Puerto Almendra, Loreto, Perú – 2021

Hipótesis Alternativa

Es diferente estadísticamente el crecimiento de las plantas en las tres especies forestales con abonamiento foliar en plantación. Puerto Almendra, Loreto, Perú – 2021

Hipótesis Nula

No es diferente estadísticamente el crecimiento de las plantas en las tres especies forestales con abonamiento foliar en plantación. Puerto Almendra, Loreto, Perú – 2021

2.2. Variables y su operacionalización

Variable	Definición	Tipo por su naturaleza	Indicador	Escala de medición	Medio de verificación
V. Independiente (X)					
Dosis de fertilización foliar	Preparado de diferentes dosis del fertilizante.	Cuantitativa	Cuantificación de la dosis del fertilizante en Mililitro.	Nominal	Formato de registro de aplicación de diferentes Concentración de la solución.
V. Dependiente (Y)					
Altura total y diámetro de las plantas de <i>Cedrela odorata</i> "cedro"; <i>Cedrelinga cateniformis</i> "tornillo" y <i>Swietenia macrophylla</i> "caoba" en plantación.	Altura total y diámetro.- es la amplitud del fuste de la planta tanto vertical como horizontal.	Cuantitativa	Medición de la altura total (cm) y diámetro (mm) de las plantas	Nominal	Registro de datos de altura (cm), diámetro (mm).

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

El tipo y diseño del estudio para alcanzar el objetivo propuesto fue cuantitativo y analítico, debido a que se va demostrar la influencia del abonamiento foliar en el crecimiento en diámetro y altura total de las plantas de *Cedrela odorata* “cedro”; *Cedrelinga cateniformis* “tornillo” y *Swietenia macrophylla* “caoba” en una plantación del CIEFOR - Puerto Almendra - UNAP. El nivel fue experimental.

El estudio se ejecutó en el Proyecto “Crecimiento y sobrevivencia de cinco especies forestales sembradas en bosques degradados del Centro de Investigación y enseñanza forestal (CIEFOR) UNAP, 2018-2019”, Responsable Ing° Segundo Córdova Horna, Dr. en Puerto Almendra – UNAP - FCF; coordenadas geográficas 3°49'40"LS y 73°22'30"LO, ver figura 5 – anexo (Córdova, 2018, p. 45).

El CIEFOR - Puerto Almendra – FCF – UNAP es accesibilidad por dos medios, uno acuático por el río Nanay y el otro terrestre por la carretera Iquitos-Nauta.

3.2. Diseño muestral

Para la evaluación se tomó en cuenta como **población** a todas las plantas de las especies *Cedrela odorata* “cedro”; *Cedrelinga cateniformis* “tornillo” y *Swietenia macrophylla* “caoba” de las parcelas permanente de muestreo de un Proyecto del CIEFOR Puerto Almendra de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana y, como **muestra** se tuvo en cuenta a las plantas de *Cedrela odorata*, *Cedrelinga cateniformis* y *Swietenia*

macrophylla que se encuentran en la Parcela 5 – Fajas: “A”; “C”; “E”; “H”; “J”; “K” y, en la Parcela 2 – Fajas “A”; “D”; “H”.

3.3. Procedimiento de recolección de datos

Para el experimento se ha considerado los detalles que se muestran en el cuadro 1 a continuación.

Cuadro 1. Características del experimento

TRATAMIENTOS (especies)	DOSIS DE ABONAMIENTO FOLIAR.	FRECUENCIA DE ABONAMIENTO FOLIAR
Tornillo (t ₁)	10 ml de concentrado* / 200 ml de agua.	Dos veces por semana: días Lunes y Viernes.
Cedro (t ₂)		
Caoba(t ₃)		

- Componentes del concentrado:

Macronutrientes: Nitrógeno 110 g/L, anhídrido fosfórico 80 g/l, óxido de potasio 60 g/l.

Micronutrientes: Hierro 190 mg/l, manganeso 162 mg/l, boro 102 mg/l, zinc 61 mg/l, molibdeno 9 mg/l, cobalto 3.5 mg/l. Vitaminas B1, hormonas de crecimiento 4 ppm.

Para la toma de datos se utilizaron las plantas de las especie *Cedrela odorata* “cedro”; *Cedrelinga cateniformis* ”tornillo” y *Swietenia macrophylla* “caoba” de una plantación del CIEFOR Puerto Almendra, - FCF –UNAP y fueron registrados en un Formato que se muestra en el cuadro 8 - anexo.

Descripción del formato de campo:

Nombre de la especie.- Se utilizaron las plantas de las especies *Cedrela odorata* “cedro”; *Cedrelinga cateniformis* ”tornillo” y *Swietenia macrophylla* “caoba”.

Medición del diámetro.- El diámetro de la planta se midió aproximadamente a 10 cm del nivel del suelo, utilizando como material al pie de rey graduada con aproximación al milímetro (Guzmán, 2019, p. 20).

Medición de la altura total.- Comprendió desde el nivel del suelo y el punto más alto del ápice de la planta, esta medición se efectuó con aproximación al centímetro utilizando huincha metálica (Guzmán, 2019, p. 20).

3.4. Procesamiento y análisis de datos

Para este ensayo se utilizó el diseño experimental Simple al Azar, con 3 tratamientos (t_1 ; t_2 ; t_3) y 3 repeticiones; se utilizaron en total 09 unidades experimentales.

Por tanto el delineamiento experimental fue el siguiente:

$t_{3,3}$	$t_{2,2}$	$t_{3,1}$	$t_{1,1}$	$t_{2,3}$	$t_{2,1}$	$t_{1,2}$	$t_{3,2}$	$t_{1,3}$
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Donde:

$t_{x,y}$ se lee de la siguiente manera:

x = tratamiento (1, 2, 3) o sea especie 1 (tornillo); especie 2 (cedro); especie 3 (caoba).

y = número de repetición (1, 2,3)

Para el análisis estadístico del ensayo con respecto al crecimiento en diámetro y altura total, en forma independiente, de las plantas de las especies *Cedrela odorata* “cedro”; *Cedrelinga cateniformis* “tornillo” y *Swietenia macrophylla* “caoba” se empleó el análisis de variancia (ANVA) con 95% de probabilidad de confianza, el esquema se presenta a continuación (Vanderlei, 1991, p. 81).

El esquema del ANVA está dado por:

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C. M.	F _c .	F _{∞= 0.05}
Tratamientos	t -1	SC _t	SC _t /GL _t	CM _t / CM _e	GL _t ; GL _e
Error	t (r-1)	SC _e	SC _e /GL _e		
Total	t r -1	SC _T			

Donde:

G.L. = número de grados de libertad

S.C. = suma de cuadrados

C.M. = cuadrado medio

F_c = valor calculado de la prueba de F

t = número de tratamientos del experimento

r = Número de repeticiones del experimento.

Fórmulas para los cálculos:

Suma de cuadrados del total

$$SC_T = \sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{N}$$

Donde:

X_i = valor de cada observación (parcela)

N = número de observaciones, que comprende al número de tratamiento (t) multiplicado por el número de repeticiones del experimento (r).

Suma de cuadrados de tratamientos

$$SC_t = \frac{\sum T_t^2}{r} - \frac{(\sum X_i)^2}{N}$$

donde:

T = total de cada tratamiento (t)

Suma de cuadrados del error

$$SC_e = SC_T - SC_t$$

Incremento en diámetro

Para obtener el resultado de este parámetro se empleó la siguiente fórmula:

$$ID = Df - Di$$

Donde: ID= Incremento de diámetro de las plántulas, Di = Diámetro inicial (al inicio de la plantación); Df = Diámetro final (a medición a 4 años de edad)

Fuente. Guzmán (2019, p. 20)

Incremento en altura total

Para obtener el resultado de este parámetro se utilizó la siguiente fórmula:

$$IH = Af - Ai$$

Donde: IH= Incremento de altura de las plántulas, Ai= Altura inicial (al inicio de la plantación), Af = Altura final (última medición a 4 años de edad).

Fuente. Guzmán (2019, p. 20)

Además, se calculó la variabilidad de los datos experimentales mediante el Coeficiente de Variación; se aplicó la siguiente fórmula:

$$CV. = \frac{s}{\bar{x}} \times 100$$

También se aplicó la prueba de Tukey con nivel de significación de 0,05 para las comparaciones de los promedios de los tratamientos y determinar la existencia o no de diferencia significativa entre ellos, para la altura total y diámetro de las plantas de las especies *Cedrela odorata* "cedro"; *Cedrelinga cateniformis* "tornillo" y *Swietenia macrophylla* "caoba".

La fórmula general fue:

$$T = (q_{\infty}) (S_x)$$

Donde: q_{∞} = Valor de la tabla de tukey; S_x = Valor de la desviación estándar media.

CAPITULO IV. RESULTADOS

A. Incremento en altura total de tres especies forestales.

La evaluación de la altura total de las plantas de las especies *Cedrela odorata* “cedro”; *Cedrelinga cateniformis* “tornillo” y *Swietenia macrophylla* “caoba” en una plantación del CIEFOR – FCF- UNAP en dos etapas del periodo experimental, que fue al inicio y al final, la que permitió obtener el incremento en altura total de las plantas de las especies evaluadas las mismas que se se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2: Incremento en altura total de las plantas de tres especies forestales de una plantación del CIEFOR – Puerto Almendra – FCF – UNAP.

Tratamientos (especies)	Repeticiones			Promedio (cm)
	I	II	III	
Tornillo (t ₁)	117	105	149	124
Cedro (t ₂)	83	92	56	77
Caoba (t ₃)	100	73	99	91

Las plantas de *Cedrelinga cateniformis* “tornillo” fueron los que presentaron el mayor incremento en altura total con 124 centímetros de promedio al final del periodo experimento; la especie que tuvo menor incremento en altura total fue *Cedrela odorata* “cedro” con 77 centímetros de promedio, sin embargo en una de las repeticiones del estudio (repetición 2) la especie “cedro” presentó mejor promedio en altura total que las plantas de *Swietenia macrophylla* “caoba”.

Así mismo, para mejor ilustración de los resultados obtenidos en el incremento en altura total de las plantas de tres especies forestales del CIEFOR – Puerto Almendra – FCF -UNAP se muestra la figura 1.

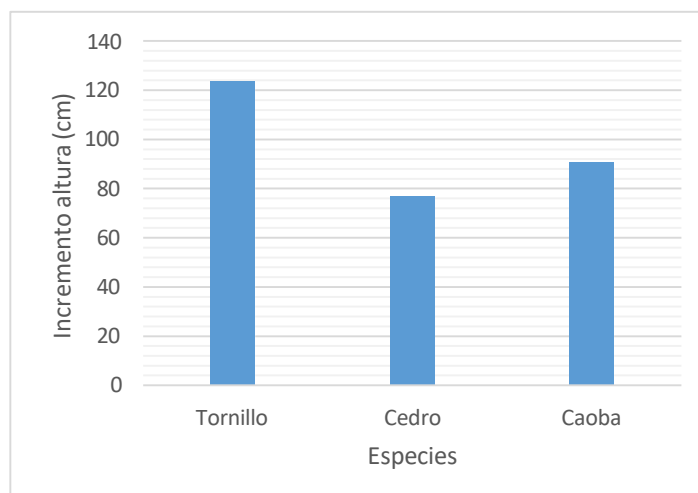


Figura 1: Incremento en altura total de las plantas de tres especies forestales en plantación.

El análisis estadístico de los datos del incremento en altura total de las plantas de las tres especies forestales evaluadas para determinar la influencia del abonamiento foliar aplicada dos veces por semana durante el periodo del ensayo se presentan en el cuadro 3 que corresponde al análisis de variancia del diseño experimental simple al azar.

Cuadro 3: Análisis de variancia para el incremento en altura total (cm) de plantas de tres especies forestales del CIEFOR – Puerto Almendra – FCF – UNAP. .

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F	F _{0.05}
Tratamientos	2	3453,6	1726,8	4,70	5,14
Error	6	2205,3	367,6		
Total	8	5658,9			

Interpretación

El análisis de variancia mediante la prueba de “F” con 95 % de confianza se ha determinado que no existe diferencia estadística en el crecimiento en altura total de las plantas de las tres especies forestales evaluadas *Cedrela odorata* “cedro”; *Cedrelinga cateniformis* “tornillo” y *Swietenia macrophylla* “caoba” en una plantación del CIEFOR – FCF- UNAP.

En la segunda etapa del análisis estadístico del experimento se obtuvo el coeficiente de variación que presentó como resultado 19,7% que indica regular variabilidad en los datos del incremento en altura total de las plantas evaluadas en el estudio.

En el análisis estadístico también se aplicó la prueba de “Tukey”, para las comparaciones entre los promedios de los incrementos en altura total de las plantas de las tres especies forestales consideradas en el ensayo para definir la diferencia estadística entre ellos con 95% de confianza; los resultados se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4: Prueba de tukey para el incremento en altura total de las plantas de las tres especies forestales evaluadas.

Testigo y tratamientos	Promedio	Interpretación
Tornillo	124	
Caoba	91	
Cedro	77	

$$T = 4,34 \times 11,07 = 48 \text{ (comparador tukey)}$$

En la prueba de “Tukey” también se encontró que no existe diferencia significativa en el incremento en altura total para las plantas de las tres especies forestales

evaluadas con 95% de confianza, por tanto esto corrobora el resultado obtenido en el análisis de variancia.

Incremento en diámetro de las plantas de tres especies forestales en plantación.

La evaluación del diámetro tanto al inicio como al final del periodo del ensayo dio como resultado el incremento en diámetro de las plantas de tres especies forestales *Cedrela odorata* “cedro”; *Cedrelinga cateniformis* “tornillo” y *Swietenia macrophylla* “caoba” en plantación, los datos experimentales se observan en el cuadro 5,

Cuadro 5: Incremento en diámetro (mm) de las plantas de tres especies forestales en plantación.

Tratamientos (especies)	Repeticiones			Promedio (mm)
	I	II	III	
Tornillo (t ₁)	14.0	10.0	16.0	13.3
Cedro (t ₂)	7.8	11.0	8.1	9.0
Caoba (t ₃)	13.7	10.0	13.0	12.2

En el cuadro 5 se observa que las plantas de la especie *Cedrelinga cateniformis* “tornillo” presentaron el mejor promedio para el incremento en diámetro con 13,3 milímetros de promedio al final del ensayo; en la especie *Cedrela odorata* “cedro” se presentó el menor valor para el promedio del diámetro con 9,0 milímetros; pero ocurrió que en la repetición 2 del experimento la especie *Cedrela odorata* “cedro” presentó mejor promedio en diámetro (11 mm) que las plantas de *Swietenia macrophylla* “caoba” (10 mm).

Para mejor observación de los resultados del crecimiento en diámetro de las plantas de las tres especies evaluadas se muestra la figura 2.

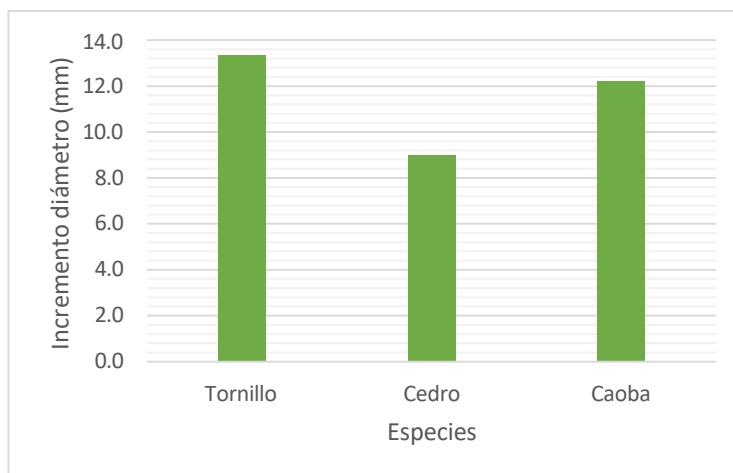


Figura 2: Incremento del diámetro en las plantas de tres especies forestales en plantación.

El análisis estadístico se inicia con el análisis de variancia que corresponde al diseño experimental simple al azar, tal como se nota en el cuadro 6.

Cuadro 6: Análisis de variancia para el incremento en diámetro de las plantas de tres especies forestales en plantación.

Fuente de variación.	GL	SC	CM	F	F _{0.05}
Tratamientos	2	30,95	15,48	2,85	5,14
Error	6	32,64	5,44		
Total	8	63,59			

Interpretación

En el análisis de variancia por medio de la prueba de “F” con 95% de confianza se ha definido que no existe diferencia estadística para el incremento en diámetro de las plantas de las tres especies forestales evaluadas *Cedrela odorata* “cedro”; *Cedrelinga cateniformis* “tornillo” y *Swietenia macrophylla* “caoba”.

En la segunda etapa del análisis estadístico se determinó el coeficiente de variación que presentó como resultado 20,2% el cual indica alta variabilidad en los promedios de los incrementos en diámetro en las tres especies forestales del estudio.

Finalmente se utilizó la prueba de “Tukey” (T), para realizar la comparación entre los promedios de los incrementos en diámetro de las especies forestales evaluadas, los resultados se muestran en el cuadro 7

Cuadro 7. Prueba de tukey para el incremento en diámetro de las plantas de las tres especies forestales en plantación con abonamiento foliar.

Testigo y tratamientos	Promedio	Interpretación
Tornillo	13,3	
Caoba	12,2	
Cedro	9,0	

$$T= 4,34 \times 1,35 = 5,9 \text{ (comparador Tukey)}$$

Interpretación

En esta etapa del análisis estadístico mediante la prueba de “Tukey” se encontró similares resultados que en el análisis de variancia, por tanto se confirma que no existe diferencia estadística en el incremento en diámetro para las plantas de las tres especies forestales *Cedrela odorata* “cedro”; *Cedrelinga cateniformis* “tornillo” y *Swietenia macrophylla* “caoba” evaluadas con 95% de confianza.

CAPITULO V. DISCUSIÓN

A. Crecimiento en altura total de plantas de tres especies forestales en plantación, con abonamiento foliar.

Fueron evaluadas tres especies forestales de una plantación del CIEFOR Puerto Almendra de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de la Amazonia peruana donde se observó que la especie *Cedrelinga cateniformis* "tornillo" fue la que presentó mejor comportamiento en el crecimiento en altura total de las tres especies evaluadas con 124 centímetro de incremento a los 4 años de edad de la plantación; a continuación se ubicó la especie *Swietenia macrophylla* "caoba" con 91 centímetros de incremento en altura total y finalmente se tuvo a la especie *Cedrela odorata* "cedro" que presentó el menor incremento en altura total con 77 centímetros, por tanto esto indica que existe una tendencia de crecimiento en altura total mayor para la *Cedrelinga cateniformis* "tornillo"; en menor proporción la *Swietenia macrophylla* "caoba" y con menor crecimiento en la especie *Cedrela odorata* "cedro".

A pesar de las diferencias de incremento de altura total ente las tres especies forestales evaluadas, según el análisis estadístico no presentaron diferencia significativa entre ellos con nivel de confianza de 95%.

B. Crecimiento en diámetro de las plantas de tres especies forestales en plantación con abonamiento foliar.

La evaluación del diámetro de las plantas de las tres especies forestales consideradas para el ensayo que se efectuó al inicio de la plantación y durante el período del estudio la cual permitió obtener el incremento en diámetro de las plantas evaluadas; los resultados muestran que la especie *Cedrelinga*

cateniformis "tornillo" fue la que registró mayor crecimiento en diámetro de las tres especies forestales evaluadas con 13,3 milímetros de incremento; seguido por la especie *Swietenia macrophylla* "caoba" con 12,2 milímetros de incremento en diámetro; a continuación se tuvo a la especie *Cedrela odorata* "cedro" que presentó el menor incremento en diámetro con 9 milímetros, por tanto de acuerdo al análisis de los resultados la tendencia del crecimiento en diámetro es similar al de la altura total; por tanto la especie que presentó mayor crecimiento en diámetro fue la *Cedrela cateniformis* "tornillo"; seguida de la especie *Swietenia macrophylla* "caoba" y con menos crecimiento se tuvo a la especie *Cedrela odorata* "cedro",

Cabe indicar que las plantas evaluadas son fumigadas dos veces por semana con 10 ml de concentrado* / 200 ml de agua.

*** CONCENTRADO**

Macronutrientes: Nitrógeno 110 g/L, anhídrido fosfórico 80 g/l, óxido de potasio 60 g/l.

Micronutrientes: Hierro 190 mg/l, manganeso 162 mg/l, boro 102 mg/l, zinc 61 mg/l, molibdeno 9 mg/l, cobalto 3.5 mg/l. Vitaminas B1, hormonas de crecimiento 4 ppm.

Otros estudios referente a este tema indican lo siguiente: La fertilización es necesario para asegurar el crecimiento de una planta en áreas degradadas, Di Rienzo (2011, p. 10), menciona que "el objetivo de encontrar un modelo adecuado para la fertilización de las plantas es importante porque a partir de un cierto nivel de fertilización la producción se estabiliza, por el contrario, si la fertilización es excesiva, comienza a disminuir". La dosis de fertilización tiene implicancias en el desarrollo de la planta; el mismo autor reporta lo siguiente "si la dosis está dentro

de los niveles razonables de fertilización no se espera observar una disminución del rendimiento”. MARENA (2005, p. 21), explica que no existen recetas para fertilizar una plantación, sea esta maderable o energética tiene diferentes necesidades de fertilizantes y depende del sitio o del tipo de suelo donde se va a ubicar. “La fertilización foliar es una herramienta importante para el manejo sostenible y productivo de los cultivos (Fernández, Sotiropoulos y Brown, 2015, p. 45).

Para el desarrollo de la planta no solo se debe aplicar fertilizantes, también se debe realizar limpieza, en el estudio de dinámica de crecimiento y productividad de especies forestales realizados por el Instituto Nacional de Bosques (2014, p. 185) recomienda para evitar la competencia de la maleza “intercalar las limpiezas totales con los plateos, cada vez que la maleza alcance 50 centímetros de altura o las 2/3 partes de la altura del árbol, operación que debe repetirse en los años segundo y tercero”. “Con estas prácticas se garantiza un buen crecimiento de la especie, libre de plagas y de competencia indeseables”.

Cornelius y Ugarte-Guerra (2010, p. 14), recomiendan que “se deberían conducir estudios sobre dosis de fertilización”. Según la FAO (2016, p. 117), es necesario implementar un programa de fertilización pre y post plantación.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES

1. En el crecimiento en diámetro y altura total de las plantas de las especies forestales *Cedrela odorata* “cedro”; *Cedrelinga cateniformis* “tornillo” y *Swietenia macrophylla* “caoba” con abonamiento foliar se ha determinado que para ambos casos presentan el mismo orden de ubicación con respecto al crecimiento en diámetro y altura total en este ensayo, siendo el orden de mayor a menor crecimiento el siguiente: *Cedrelinga cateniformis* “tornillo”, *Swietenia macrophylla* “caoba” y *Cedrela odorata* “cedro”.
2. Según el análisis estadístico con 95% de confianza se encontró que no existe diferencia significativa en el incremento en diámetro y altura total entre las plantas de las tres especies forestales evaluadas.
3. En este estudio con 95% de confianza se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna para el incremento en diámetro y altura total de las plantas de tres especies forestales de una plantación del CIEFOR Puerto Almendra – FCF - UNAP con abonamiento foliar.

CAPITULO VII. RECOMENDACIONES

- De acuerdo con los resultados del ensayo se recomienda fumigar dos veces por semana con 10 ml de concentrado* / 200 ml de agua para las especies *Cedrelinga cateniformis* "tornillo", *Swietenia macrophylla* "caoba" y *Cedrela odorata* "cedro".
- Buscar nuevas alternativas tecnológicas utilizando otros materiales orgánicos tales como tierra natural, aserrín descompuesto, gallinaza, otros.
- Seguir realizando estudios con otras especies forestales del bosque amazónico para obtener nuevos conocimientos que ayuden a la propagación eficiente de estas especies; además obtener información que sea útil para los planes de manejo forestal.

VIII. FUENTES DE INFORMACIÓN

- Coral R. 1999. Tecnologías matemáticas para el desarrollo de modelos de crecimiento de bosques mixtos e irregulares de Durango, México. Tesis de maestría en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. UAN. 162 p.
- Cornelius, J. y Ugarte-Guerra, L. 2010. Introducción a la Genética y domesticación forestal para la Agroforestería y Silvicultura. Lima, Perú. Centro mundial para la agroforestería (ICRAF). 2010. 124 p.
- Córdova, S. 2018. Efecto de la dosis y frecuencia de fertilización foliar en el crecimiento de tres especies forestales sembradas en áreas degradadas del CIEFOR, Iquitos, Perú, 2018. Borrador de Tesis doctoral en ambiente y desarrollo sostenible – UNAP. Iquitos. 47 p.
- Corporación Nacional Forestal (CONAF). 2013. Guía básica de buenas prácticas para plantaciones forestales de pequeños y medianos propietarios. Chile. 93 p.
- Chávez, J. y Huaya, M. 1997. Manual de vivero forestal volante para la amazonia peruana. COTESU – CENFOR XIII. Pucallpa. Perú. 104 p.
- Dackinson, R. 1988. Introduction to vegetation and climate interectations in the humid tropic. Chapter 1. In the geophysiology of Amazonia. Edited for R.E. Dickinson New York. 15 – 22.
- DI RIENZO. J. A. Análisis de regresión. 2011. Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Nacional de Córdoba. 1-45 p.
- <http://sites.google.com/site/dirienzojulio>

- FAO. 2016. El Estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra. Roma. 137p
- Fernandez, V.; Sotiropoulos, T. Y Brown, P. 2015. Fertilización Foliar: Principios Científicos y Práctica de Campo. Primera edición, versión revisada, IFA, Paris, Francia.159 p.
- García, W. 2019. "Asociación entre diámetro y amplitud de copa de las plántulas de *Calycophyllum spruceanum* "capirona" en PPM 1 – Faja E. CIEFOR Puerto Almendra, Loreto, Perú- 2019". Practica Pre profesional II. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana – FCF. Iquitos.30 p.
- Guzmán, J. D. 2019. "Crecimiento, sobrevivencia y calidad de plántulas de *Iryanthera juruensis* Warb., en vivero, en diferentes sustratos orgánicos, Puerto Almendra, Loreto, Perú". Tesis para título de Ingeniero Forestal, Iquitos. 49 p.
- Instituto Nacional de Bosques – I.N.B. 2014. Dinámica de crecimiento y productividad de 28 especies forestales en plantaciones en Guatemala, Serie Técnica No. DT-002(2015). Guatemala. 212 p.
- Instituto Nacional de Desarrollo (INADE). 2004. Propuesta final de zonificación ecológica económica, sector: Mazan – El Estrecho, Iquitos – Perú. Proyecto Especial Binacional Desarrollo Integral de la Cuenca del río Putumayo (PEDICP). 398 p.
- Loja, W. 2010. Potencial maderable de un bosque de colina baja del censo forestal de la comunidad nativa San Antonio, río Pintuyacu-Alto Nanay, Loreto, Perú. Borrador de tesis para obtener el título de Ingeniero Forestal.

- Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Forestales. Iquitos, Perú. 54 p.
- Melo, O., Fernandez-Méndez, F. & Villanueva, B. 2017. Hábitat lumínico, estructura, diversidad y dinámica de los bosques secos tropicales del Alto Magdalena. Colombia Forestal, 20(1),19-30
- Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales- MARENA. 2005. Establecimiento y manejo de plantaciones forestales. Programa Socio ambiental y Desarrollo Forestal. 1a ed. Managua: MARENA-POSAF II.72 p.
- Muñoz S. R del C. 2014. "Efecto de un fertilizante foliar en tres especies forestales producidas con sustrato espuma agrícola en vivero". Tesis para optar el título profesional de ingeniero en recursos naturales renovables. Mención: forestales. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Facultad de Recursos Naturales Renovables.73 p.
- Murillo, R. G; Piedra, C. G Y León, M. R. G. 2013. Absorción de nutrientes a través de la hoja. UNICIENCIA Vol. 27, No. 1, [232-244].
- Pearson, D. B. 1995. Descriptores varietales de arroz, frijol, maíz y sorgo, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Publicación CIAT, Cali-Colombia 177 p
- Saavedra M. L. E. 2008. Evaluación ecológico - silvicultural y socio-económica de las plantaciones de caoba (*Swietenia macrophylla* King) en la comunidad indígena Sinchi Roca - Ucayali". Tesis para optar el grado de magíster scientiae. UNA La Molina. 136 p.
- Smith, D. 1992. Silvicultura aplicada. Ediciones Omega S.A. Barcelona. 544 p.
- Vanderlei, P. 1991. Estadística Experimental Aplicada à Agronomia. Maceió: EDUFAL. Brasil. 440 p.

Wabo E. 2003. Inventarios forestales. Consultor forestal. Universidad Nacional de la Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales 23 p.

Zavaleta, A. 1992. EDAFOLOGÍA. El suelo en relación con la producción. Primera Edición. Publicada por la Biblioteca Nacional del Perú, Edit. CONCYTEC. Fondo rotatorio, Lima-Perú.222 p.

A N E X O S

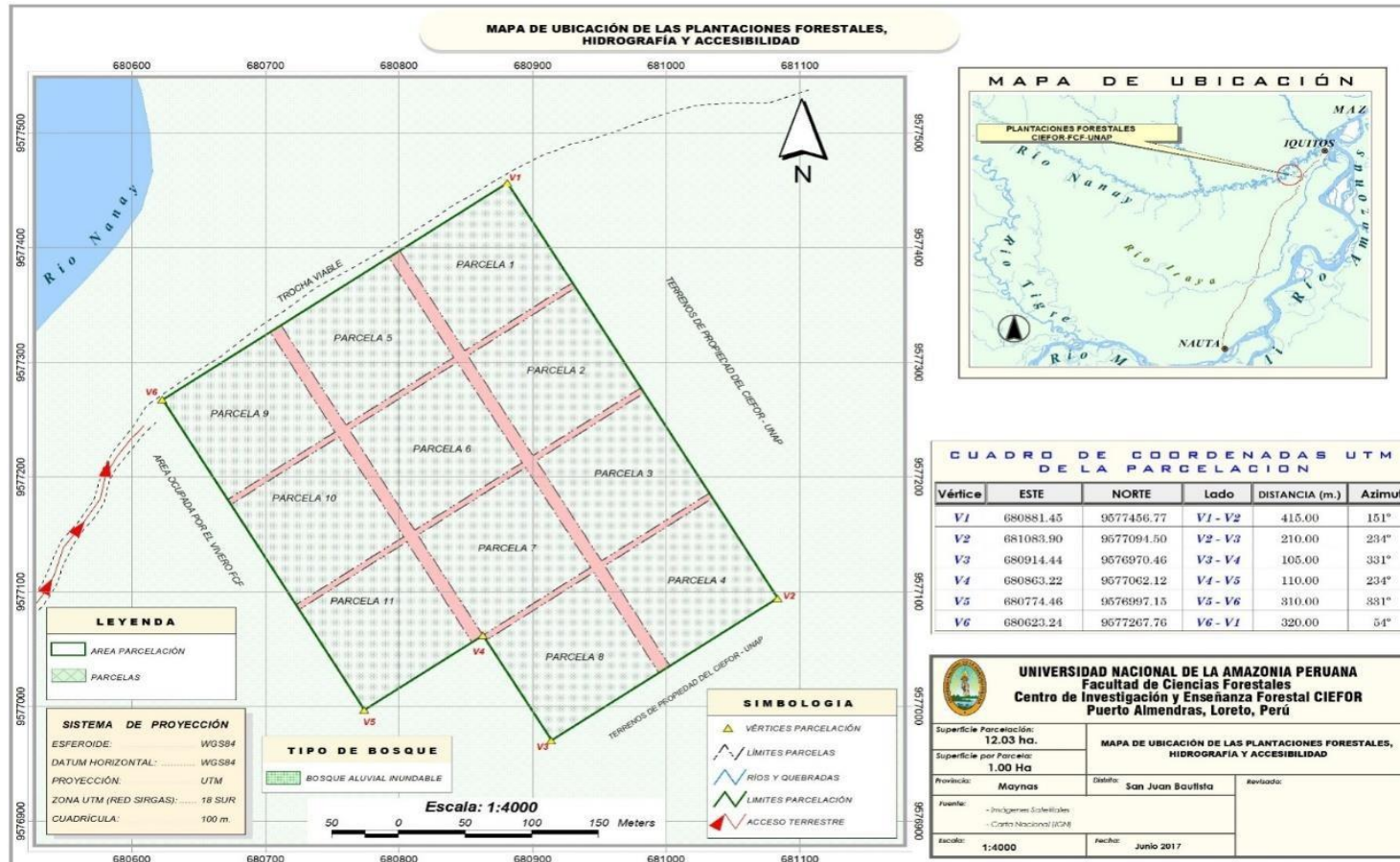


Figura 3: Mapa de ubicación del área de estudio.

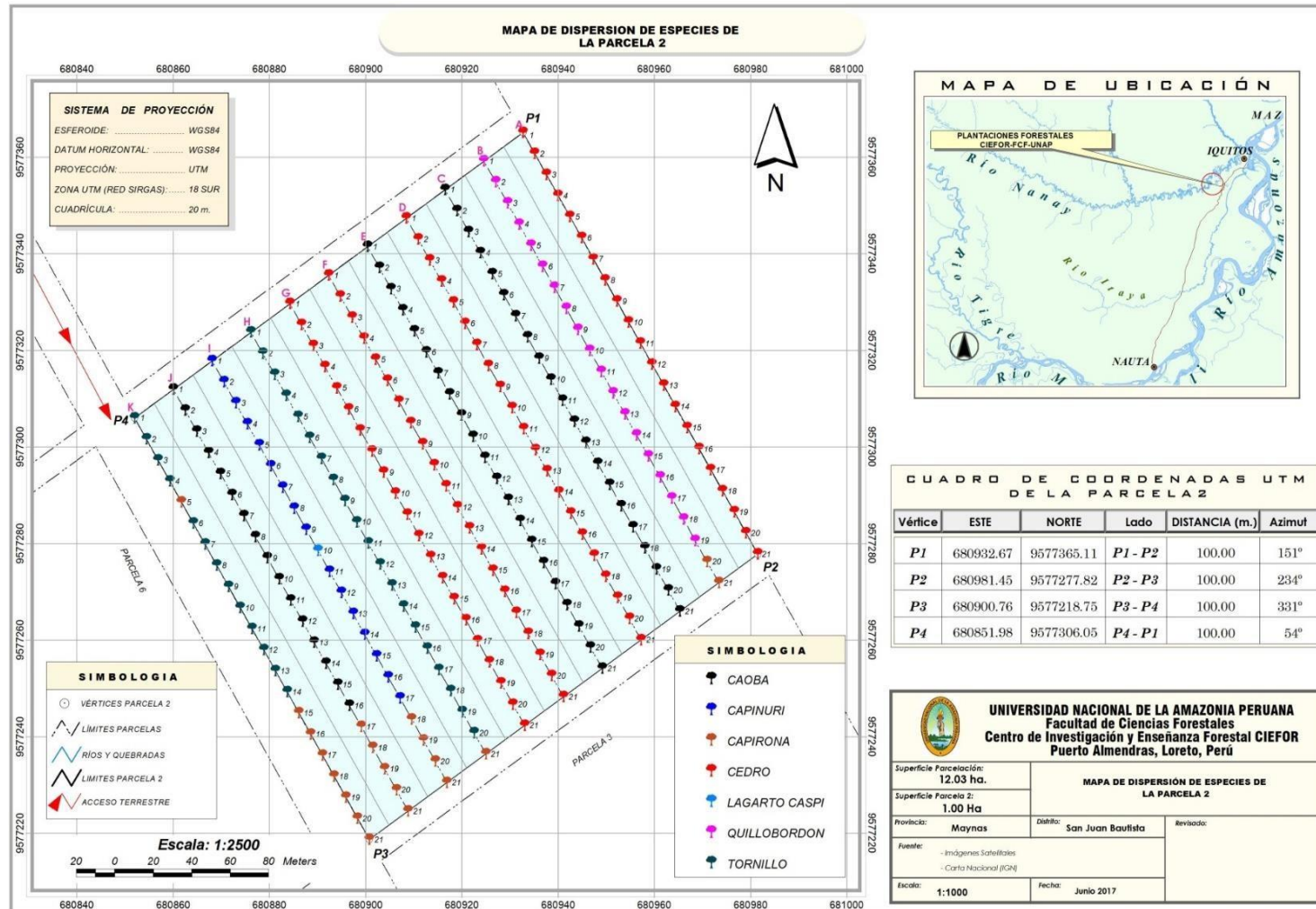


Figura 4. Croquis de distribución de las fajas en la Parcela 2 de la plantación.

