UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

INFLUENCIA DEL NIVEL DE INUNDACIÓN EN EL CRECIMIENTO INICIAL DE UNA PLANTACIÓN DE *Calycophyllum spruceanum (Benth) Hook f ex Schum* (CAPIRONA) EN LA COMUNIDAD NATIVA ROYA

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO FORESTAL

LIA VALERIA, VELA SALAZAR

Pucallpa, Perú

2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL
COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
N° 472-2024-CGT- FCFyA-UNU

En la ciudad de Pucallpa, siendo las 11:00 horas del día viernes 25 de octubre de 2024, de acuerdo con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en forma presencial en el laboratorio de Cómputo de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, siendo designados con Memo Múltiple N° 056-2024-UNU-FCFyA-CGT, conformado por los siguientes docentes:

Dr. Fernando Velásquez de la Cruz	Presidente
M.Sc. Moisés Torres Velasco	Miembro
Mg. Desiderio Vásquez Plácido	Miembro

Se procedió a evaluar la sustentación de la tesis denominado: **"INFLUENCIA DEL NIVEL DE INUNDACIÓN EN EL CRECIMIENTO INICIAL DE UNA PLANTACIÓN DE *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f ex Schum (CAPIRONA) EN LA COMUNIDAD NATIVA ROYA"**, presentado por la bachiller **VELA SALAZAR LIA VALERIA;** asesorado por el Dr. Jorge Arturo Mori Vásquez. Habiendo finalizado la sustentación, se procedió a la formulación de las preguntas por parte del Jurado Evaluador, las que fueron absueltas por la sustentante, en consecuencia, la tesis fue **APROBADA** por **UNANIMIDAD,** y recomendación de Publicación, quedando expedito para el otorgamiento del **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL**; después de las correcciones respectivas de la tesis.
Siendo las 12:12 horas del mismo día se da por finalizado el acto académico, firmando los miembros en señal de conformidad.

Dr. Fernando Velásquez de la Cruz
Presidente

M.Sc. Moisés Torres Velasco
Miembro

Mg. Desiderio Vásquez Plácido
Miembro

ACTA DE APROBACIÓN

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito parcial para optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

Dr. Fernando Velásquez de la Cruz
Presidente

M.Sc. Moisés Torres Velasco
Miembro

Mg. Desiderio Vásquez Plácido
Miembro

Dr. Jorge Arturo Mori Vásquez
Asesor

Bach. Lia Valeria Vela Salazar
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº **V/0417-2024**.

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"**INFLUENCIA DEL NIVEL DE INUNDACIÓN EN EL CRECIMIENTO INICIAL DE UNA PLANTACIÓN DE Calycophyllum spruceanum (Benth) Hook f ex Schum (CAPIRONA) EN LA COMUNIDAD NATIVA ROYA**"

Autor(es)	:	**VELA SALAZAR, LIA VALERIA**
Facultad	:	**CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES**
Escuela	:	**ING. FORESTAL**
Asesor(a)	:	**Dr. MORI VÁSQUEZ JORGE ARTURO**

Presenta un **porcentaje de similitud de 9%,** verificado en el Sistema Antiplagio COMPILATIO,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 21/08/2024

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Lia Valeria Vela Salazar

Autor de la tesis titulada: "Influencia del nivel de inundación en el crecimiento inicial de una plantación de Calycophyllum spruceanum (Benth.) Hook.f. ex Schum. (capirona) en la comunidad nativa Roya"

Sustentada el año 2024

Asesor(a): Dr. Jorge Arturo Hori Vásquez

Facultad: Ciencias Forestales y Ambientales

Escuela Profesional: Ingeniería Forestal

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 25 / 10 / 2024

Email: Livva24-Vela@outlook.com Firma:

Teléfono: 969190209 DNI: 71340305

www.repositorio.unu.edu.pe
repositorio@unu.edu.pe

DEDICATORIA

A Dios y a mis padres, quienes siempre han creído en mí. Gracias por su amor, por su sacrificio y por enseñarme a nunca rendirme ante los obstáculos de la vida. Este logro es también suyo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres, y al equipo técnico de La Asociación para la Investigación y el Desarrollo Integral - AIDER por el apoyo y participación en la fase de recolección de datos para el desarrollo de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA vi
AGRADECIMIENTO vii
ÍNDICE GENERAL viii
ÍNDICE DE TABLAS x
ÍNDICE DE FIGURAS xi
RESUMEN xii
ABSTRACT xiii
INTRODUCCIÓN 1
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 3
1.1. Descripción del problema 3
1.2. Formulación del problema 4
1.2.1. Problema general 4
1.2.2. Problemas específicos 4
1.3. Objetivo general y objetivos específicos 4
1.3.1. Objetivo general 4
1.3.2. Objetivos específicos 4
1.4. Hipótesis y/o sistema de hipótesis 5
1.4.1. Hipótesis general 5
1.4.2. Hipótesis especifica 5
1.5. Variables 6
1.5.1. Variable independiente (X): 6
1.5.2. Variables dependientes (Y): Crecimiento 6
1.5.3. Operacionalización de variables 6
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO 7
2.1. Antecedentes del problema 7
2.2. Bases teóricas 14
2.2.1. Plantaciones forestales 14
2.2.1.1. Clasificación de las plantaciones forestales 14
2.2.1.2. Factores que determinan el crecimiento de las plantaciones forestales 15
2.2.2. Inundaciones en coberturas vegetales 16
2.3. Especie en estudio: Capirona 19
CAPITULO III. METODOLOGÍA 21

3.1. Tipo de investigación 21
3.2. Lugar de estudio 21
3.3. Población y muestra 21
3.3.1. Población 21
3.3.2. Muestra 22
3.4. Materiales 22
3.5. Procedimiento de recolección de datos 22
3.6. Procesamiento de recolección de datos 24
3.7. Tratamiento de datos 24
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 25
4.1. Influencia del nivel de inundación en el diámetro a la altura del pecho (DAP) de las plantas de Capirona 25
4.2. Influencia del nivel de inundación en la altura de las plantas de Capirona
……..26
4.3. Influencia del nivel de inundación en el diámetro al cuello de la raíz..... 28
4.4. Relación entre el nivel de inundación y la supervivencia de una plantación de Capirona…… 30
4.5. Relación entre el nivel de inundación y el estado fitosanitario de las plantas de Capirona…. 35
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 40
5.1. Conclusiones 40
5.2. Recomendaciones 40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 42
ANEXOS..... 46

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Operacionalización de variables 06
Tabla 2. Porcentaje general de plántulas que soportaron la inundación .. 11
Tabla 3. Análisis de correlación y regresión de Pearson entre el nivel de inundación y el crecimiento inicial de la plantación de Capirona 24
Tabla 4. Estadísticos descriptivos del nivel de inundación y diámetro a la altura de pecho (DAP) 25
Tabla 5. Análisis de correlación y regresión del DAP y el nivel de inundación ……25
Tabla 6. Estadísticos descriptivos del nivel de inundación y la altura de las plantas de Capirona. 26
Tabla 7. Análisis de correlación y regresión del nivel de inundación y la altura de la planta. 27
Tabla 8. Estadísticos descriptivos del nivel de inundación y el diámetro al cuello de la raíz 28
Tabla 9. Análisis de correlación y regresión del nivel de inundación y diámetro al cuello de la raíz 29
Tabla 10. Supervivencia y mortandad en la plantación de Capirona en época de inundación 30
Tabla 11. Distribución de frecuencia de plantas vivas y muertas de Capirona respecto al nivel de inundación 31
Tabla 12. Análisis de correlación y regresión del nivel de inundación y supervivencia (vivos y muertos) 33
Tabla 13. Estado fitosanitario de la plantación de Capirona por efecto del nivel de inundación 35
Tabla 14. Distribución de frecuencias del estado fitosanitario de la plantación de Capirona y el nivel de inundación 36
Tabla 15. Análisis de correlación y regresión del nivel de inundación y el estado fitosanitario (bueno y regular) 38

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Plantación forestal 15
Figura 2. Aprovechamiento en plantaciones forestales 15
Figura 3. Inundación en plantaciones forestales 17
Figura 4. Inundación en plantaciones forestales 18
Figura 5. Productos con madera capirona 20
Figura 6. Ubicación de la CC NN Roya, distrito de Iparia de la Región de Ucayali 21
Figura 7. Cuadro de recopilación de datos 23
Figura 8. Dispersión de puntos entre las variables DAP y el nivel de inundación 25
Figura 9. Dispersión de puntos de las variables nivel de inundación y altura de planta 27
Figura 10. Dispersión de puntos de las variables nivel de inundación y diámetro al cuello de la raíz. 29
Figura 11. Supervivencia de la plantación de Capirona en época inundable 31
Figura 12. Frecuencia de plantas muertas de Capirona respecto a su nivel de inundación 32
Figura 13. Frecuencia plantas vivas de la plantación de Capirona respecto a su nivel de inundación 32
Figura 14. Dispersión de puntos de supervivencia respecto al nivel de inundación 33
Figura 15. Porcentaje de estado fitosanitario de la plantación de Capirona en zona inundable 36
Figura 16. Frecuencia de plantas con estado fitosanitario bueno respecto a su nivel de inundación. 37
Figura 17. N° de plantas con estado fitosanitario regular respecto a su nivel de inundación 37
Figura 18. Dispersión de datos del % porcentaje de plantas buenas y regulares respecto al nivel de inundación 38

RESUMEN

Existen plantaciones forestales que en temporadas quedan inundadas debido a las temporadas de lluvia o desbordes de los ríos, de ahí nace la idea de investigar si la inundación afecta el desarrollo de los árboles. En la presente investigación se buscó analizar si el nivel de inundación influye en el diámetro a la altura del pecho (DAP), diámetro al cuello de la raíz (DCR), altura del árbol, estado fitosanitario y supervivencia de una plantación de Calycophyllum spruceanum (Benth) Hook f ex Schum (Capirona) localizado en la comunidad nativa “Roya” de la región de Ucayali. La muestra estuvo constituida por 408 plantas elegidas aleatoriamente de la plantación. El nivel de inundación fue la marca de agua que dejó la inundación en los árboles. Para la interpretación se usó la correlación de Pearson (r). Los resultados indican que no existe relación significativa entre el nivel de inundación con el DAP, diámetro al cuello de la raíz y la supervivencia. Asimismo, si existe relación inversamente proporcional entre el nivel de inundación y la altura de los árboles; existe una relación inversamente proporcional entre el % de plantas sanas y el nivel de inundación; existe una relación directamente proporcional entre el % de plantas regulares y el nivel de inundación. Después de 7 meses de inundación solo vivieron 33.13% y murieron 66.87%.

Palabras clave: Estado fitosanitario, Supervivencia, DAP, DCR, Altura total

ABSTRACT

There are forest plantations that are seasonally flooded due to rainy seasons or river overflows, hence the idea of investigating whether flooding affects the development of trees. In the present investigation, we sought to analyze whether the flood level influences the diameter at breast height (DBH), diameter at the root collar (RCD), tree height, phytosanitary status and survival of a Calycophyllum spruceanum plantation (Benth) Hook f ex Schum (Capirona) located in the native community “Roya” in the Ucayali region. The sample consisted of 408 plants chosen randomly from the plantation. The flood level was the water mark left by the flood on the trees. Pearson's correlation (r) was used for interpretation. The results indicate that there is no significant relationship between the level of flooding with DAP, diameter at the root collar and survival. Likewise, if there is an inversely proportional relationship between the level of flooding and the height of the trees; There is an inversely proportional relationship between the % of healthy plants and the flooding level; There is a directly proportional relationship between the % of regular plants and the flooding level. After 7 months of flooding, only 33.13% lived and 66.87% died.

Keywords: Phytosanitary status, Survival, DBH, DCR, Total height

INTRODUCCIÓN

En la última década los efectos del cambio climático han venido afectando a las comunidades indígenas de la Amazonía peruana, especialmente a través de eventos climáticos extremos como sequías o inundaciones anormales y mediante un cambio general en las estaciones. Estos cambios modifican las épocas en las que las plantas florecen o fructifican. La alteración en el ciclo anual de las plantas también tiene un impacto directo sobre los animales y los seres humanos que consumen sus frutos (Espinosa, 2019).

La inundación de los bosques debido a las crecientes ocasiona perturbaciones ambientales afectando a la vegetación existente, razón por la cual los silvicultores tienen grandes problemas que preocupa debido a la complejidad de factores que intervienen en el proceso de crecimiento y desarrollo de los árboles cuando se dan estos eventos; actualmente se tiene escasos conocimientos científicos referentes a temas de investigación sobre los comportamientos de las especies forestales en zonas inundables (Alván, 2008).

Mendoza et al. (2020), indica que la inundación puede actuar como filtro ambiental afectando la supervivencia, el establecimiento y crecimiento de las plantas. Tal es así que en su investigación la inundación disminuyó la supervivencia de plántulas de *B. alicastrum* y no la de *P. sartorianum*. La inundación eliminó las plántulas de *B. alicastrum* en los bajos, mientras que esta especie predomina en áreas con suelos bien drenados. Mientras que *Psidium sartorianum* se adaptó a las condiciones de sequía e inundación.

La inundación de las plantas inhibe la absorción de agua, ocasiona cierre estomático y reduce la tasa fotosintética (Herrera, Rengifo, & Tezara, 2010). E incluso la inundación influye en las estrategias de reproducción sexual y asexual de las plantas (Piedade, Ferreira, & Franco, 2010).

Como se menciona líneas arriba muchos bosques llegan a instalarse en zonas inundables enfrentándose a factores desfavorables para su normal crecimiento. En la comunidad nativa “Roya” hay una plantación forestal de la especie Capirona que en temporadas de lluvia queda inundada. Razón por la cual la presente investigación trata de analizar si el nivel de inundación influye en el crecimiento de los árboles específicamente en el diámetro altura de pecho, diámetro al cuello de la raíz, altura total, supervivencia y estado fitosanitario.

Para la interpretación de las relaciones de las variables, se usó la correlación de Pearson (r) para dos variables cuantitativas y el análisis de regresión para verificar si la relación entre las variables es directamente o inversamente proporcional.

La investigación busca contribuir a la toma de decisiones al momento de darse esos tipos de eventos como las inundaciones en las plantaciones forestales; conocer las relaciones entre la altura de inundación y las variables dasometricas del árbol son importantes para su manejo forestal.

El informe está estructurado en los siguientes capítulos tal como se muestra a continuación:

Capítulo I: Revisión de literatura

Capítulo II: Planteamiento del problema

Capítulo III: Materiales y métodos

Capítulo IV: Resultados y discusiones

Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones

CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

Las inundaciones son fenómenos meteorológicos naturales, actividades humanas o incluso del cambio climático, en donde una de las consecuencias son los daños medio ambientales, entre esos daños por ejemplo los afectados son las tierras agrícolas u otros cultivos de producción (Sánchez, 2018). Las comunidades nativas localizados generalmente en los bordes de los ríos también sufren daños provocados por las constantes lluvias, originando inundaciones domiciliarias e incluso de sus fuentes de producción agropecuario y forestal (SPDA, 2021).

Aunque las diferentes especies y el tamaño de las plantas se comportan diferente frente a un evento de inundación, esto debido a sus adaptaciones fisiológicas y anatómicas (Alván, 2008), es necesario e importante conocer los problemas que genera el exceso de agua en la salud de las plantas para saber qué medidas hay que adoptar para poder salvarlas (Gable & Womack, 2023).

En la región de Ucayali las sociedades rurales como las comunidades nativas están emprendiendo plantaciones forestales con fines maderables de especies nativas como por ejemplo el *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f ex Schum (capirona), sin embargo, debido a la fisiografía de la región, extensas áreas de plantación se ven afectadas por las inundaciones producto de las temporadas de lluvias.

Actualmente se tiene escasos conocimientos científicos referente a este tema de investigación, conocer el comportamiento de las especies forestales en una zona inundable después de un periodo de inundación en lo que respecta a la sobrevivencia y variables dasométricas del árbol permitirá tomar decisiones para el uso de especies.

En ese sentido se plantea los siguientes problemas: general y específicos en el ítem 2.2., que se muestra a continuación:

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cuál es el efecto del nivel de inundación en el desarrollo inicial de plantaciones de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f ex Schum (capirona) en la Comunidad Nativa Roya?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo influye el nivel de inundación en el crecimiento en diámetro a la altura del pecho (DAP) de plantaciones de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f ex Schum (capirona) en la Comunidad Nativa Roya?
- ¿Cómo el nivel de inundación afecta el crecimiento en diámetro al cuello de la raíz (DCR) de plantaciones de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f ex Schum (capirona) en la Comunidad Nativa Roya?
- ¿Cuál es la influencia del nivel de inundación en la altura total inicial de plantaciones de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f ex Schum (capirona) en la Comunidad Nativa Roya?
- ¿Cuál es el efecto del nivel de inundación en la supervivencia inicial de plantaciones de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f ex Schum (capirona) en la Comunidad Nativa Roya?
- ¿Cómo influye el nivel de inundación el estado fitosanitario de plantaciones de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f ex Schum (capirona) en la Comunidad Nativa Roya?

1.3. Objetivo general y objetivos específicos

1.3.1. Objetivo general

- Analizar la influencia del nivel de inundación en el crecimiento inicial de plantaciones de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f ex Schum (capirona) en la Comunidad Nativa Roya.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto del nivel de inundación en el crecimiento en diámetro a la altura del pecho (DAP) de plantaciones de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f ex Schum (capirona) en la Comunidad Nativa Roya
- Determinar la influencia del nivel de inundación en el crecimiento en diámetro a la altura del cuello de la raíz (DCR) de plantaciones de

Calycophyllum spruceanum (Benth) Hook f ex Schum (capirona) en la Comunidad Nativa Roya

- Evaluar el efecto del nivel de inundación en la altura total inicial de plantaciones de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f ex Schum (capirona) en la Comunidad Nativa Roya
- Determinar la influencia del nivel de inundación en la supervivencia inicial de plantaciones de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f ex Schum (capirona) en la Comunidad Nativa Roya
- Determinar el efecto del nivel de inundación en el estado fitosanitario de plantaciones de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f ex Schum (capirona) en la Comunidad Nativa Roya

1.4. Hipótesis y/o sistema de hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

- A mayor nivel de inundación menor crecimiento inicial de plantaciones de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f ex Schum (capirona) en la Comunidad Nativa Roya.

1.4.2. Hipótesis especifica

- A mayor nivel de inundación menor crecimiento en diámetro a la altura del pecho (DAP) de plantaciones de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f ex Schum (capirona) en la Comunidad Nativa Roya
- A mayor nivel de inundación menor crecimiento en diámetro al cuello de la raíz (DCR) de plantaciones de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f ex Schum (capirona) en la Comunidad Nativa Roya
- A mayor nivel de inundación menor altura total inicial de plantaciones de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f ex Schum (capirona) en la Comunidad Nativa Roya
- El mayor nivel de inundación menor supervivencia inicial de plantaciones de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f ex Schum (capirona) en la Comunidad Nativa Roya
- Niveles más altos de inundación deterioran el estado fitosanitario de plantaciones de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f ex Schum (capirona) en la Comunidad Nativa Roya

1.5. Variables

1.5.1. Variable independiente (X):

X_1: Nivel de inundación (m)

1.5.2. Variables dependientes (Y): Crecimiento

Y_1: Diámetro a la altura del pecho (DAP) (cm)

Y_2: Diámetro al nivel del cuello de la raíz (cm)

Y_3: Altura de los árboles (m)

Y_4: Supervivencia

Y_{41}: Muertos

Y_{42}: Vivos

Y_5: Estado fitosanitario

Y_{51}: Bueno

Y_{52}: Regular

Y_{53}: Malo

1.5.3. Operacionalización de variables

Tabla 1.

Operacionalización de variables

2021	Dimensiones	Indicadores	Tipo
Independiente			
Inundación	Altura	Metros	Continua
Dependiente			
Crecimiento	Diámetro a la altura del Pecho	Centímetros	Continua
	Diámetro al cuello de la raíz	Centímetros	Continua
	Altura del árbol	Metros	Continua
	Supervivencia • Vivos • Muertos	Porcentaje (%) N° de plantas	Continua
	Estado fitosanitario • Bueno • Regular • Malo	Porcentaje (%) N° de plantas	Continua

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. A nivel internacional

Hernández et al., (2010), en su investigación “Crecimiento y desarrollo en plantas juveniles de Apamate (*Tabebuia rosea* (BERTOL.) A.DC.) sometidas a inundación. Se describen las principales respuestas morfológicas y fisiológicas en plantas juveniles de apamate (Tabebuia rosea (Bertol.) A. DC.) sometidas a estrés hídrico por inundación, bajo condiciones de invernadero. Se utilizó un diseño aleatorizado con dos tratamientos. Cada dos semanas se cosecharon seis plantas por tratamiento para evaluar crecimiento en diámetro, altura y biomasa de raíces y vástagos, se determinaron contenidos de nitrógeno y clorofila foliar. Se realizaron cursos diarios de tasas de conductancia estomática (Ks), transpiración (E), asimilación de CO_2 (A) y potencial hídrico foliar (PHf), en condiciones de luz natural y saturante. Las plantas se adaptaron a las condiciones de inundación mostrando un 100 % de sobrevivencia. Los resultados en crecimiento, intercambio gaseoso, conductancia estomática y cambios morfológicos durante el anegamiento son posibles estrategias adaptativas desarrolladas para sobrevivir condiciones de anoxia. La disminución de la tasa fotosintética, no tuvo efecto significativo en el aumento de biomasa de las plantas inundadas. Aún cuando los valores de contenidos de clorofila y nitrógeno fueron mayores en las plantas sin inundar, no se reflejaron en las tasas de asimilación de CO_2. Se registró un ligero incremento del PHf de las plantas inundadas, con muy poca variación durante el período experimental, indicando falta de estrés hídrico significativo. Al final del período de post-inundación las plantas mostraron indicios de recuperación. Tasas de asimilación mayores en las plantas inundadas, señalan que, al eliminar el estrés, se produce una recuperación de la fotosíntesis, reflejada en un aumento de la productividad a corto plazo. Se trata de una especie muy tolerante a condiciones de anegamiento del suelo.

Herrera, Rengifo y Tezara (2010), en su investigación “Respuestas ecofisiológicas a la inundación en árboles tropicales tolerantes de un igapó”. La inundación de las plantas inhibe la absorción de agua, ocasiona cierre estomático y reduce la tasa fotosintética (A). En las especies tolerantes, estas respuestas fisiológicas se revierten con el tiempo. En un bosque estacionalmente inundado de Brasil, nos propusimos validar un modelo para explicar las respuestas iniciales y la aclimatación a la inundación de distintas especies de plantas. La primera respuesta observada fue el cierre estomático, el cual pareció ser producido por un aumento en el contenido xilemático y foliar de ácido abscísico (ABA). El descenso en la conductancia estomática (g_s) estuvo acompañado por una disminución de la tasa fotosintética (A), disminución de la limitación estomática relativa de la fotosíntesis (L_s) y aumento en la limitación mesofilar relativa (L_m). En el máximo de inundación A y g_s retomaron los valores de plantas drenadas. Aunque un descenso en la concentración de CO_2 intercelular (C_i) producto de la disminución de A puede causar fotoinhibición crónica, no se encontraron disminuciones del rendimiento cuántico potencial del PSII (F_v /F_m). Aumentos de Lm con disminución de Ls sugieren que el cierre estomático no fue la causa principal de la reducción de A, la cual estuvo aparejada con una disminución del contenido de proteína soluble total (PST), una medida indirecta del contenido de rubisco. En momentos de máxima inundación, todas las variables que habían sufrido cambios debido a la subida de aguas retomaron los valores de plantas drenadas, indicando aclimatación a este ambiente.

Piedade, Ferreira y Franco (2010), en su investigación “Estrategias reproductivas de la vegetación y sus respuestas al pulso de la inundación en las zonas inundables de la Amazonia Central”. Los humedales o áreas que sufren largos períodos de inundaciones periódicas, asociadas a los grandes ríos, cubren aproximadamente el 6% de la Amazonia Brasileña. Precisamente en esta región se encuentran localizados los bosques inundados con mayor extensión y diversidad vegetal del mundo. En esos ambientes, la altura de la columna de agua puede fluctuar durante todo el año, llegando a valores promedio de hasta 10 m. La previsibilidad y

duración del pulso de las inundaciones, la abrupta transición en las condiciones ambientales a lo largo del gradiente topográfico en los márgenes de los ríos principales y la intensidad de las corrientes de agua y la dinámica de los sedimentos representan una fuerte presión selectiva sobre las poblaciones de plantas y sus sistemas de reproducción. En este trabajo se examina y discute cómo el ciclo del agua influye en las estrategias de reproducción sexual y asexual que conducen a la realización del ciclo de vida de las plantas, permitiendo el mantenimiento de sus poblaciones. También se abordan las posibles restricciones sobre los procesos de germinación, el establecimiento de plántulas y la formación de bancos de semillas. Además, se indican algunas lagunas en el conocimiento existente sobre las estrategias reproductivas de la vegetación en las planicies de inundación de la Amazonía Central y se proponen líneas futuras de investigación. Se enfatiza en las especies herbáceas, debido a la gran variedad de formas de vida y estrategias reproductivas y su fuerte dinámica temporal y espacial en respuesta al ciclo hidrológico. El estudio de la vegetación de los ambientes inundados presentados aquí es relevante, especialmente, debido a los efectos previstos en las poblaciones de estas comunidades ante los escenarios de cambio climático previstos para la Amazonia.

Mendoza et al. (2020), en su trabajo de investigación “La supervivencia y desarrollo de plántulas de *Brosimum alicastrum* (Moraceae) y *Psidium sartorianum* (Myrtaceae) difieren en condiciones de inundación”. En los bosques tropicales la inundación estacional puede actuar como filtro ambiental afectando la supervivencia, el establecimiento y el crecimiento de las plántulas de especies arbóreas e influir en la estructura de las comunidades. Se simularon condiciones de inundación y sequía con el objetivo de evaluar su efecto como filtro ambiental sobre la supervivencia, crecimiento (longitud del tallo y número de hojas) y biomasa acumulada en plántulas de *Brosimum alicastrum* y *Psidium sartorianum* de la selva de Campeche, México. Se estableció un experimento en condiciones de vivero con un diseño completamente al azar con tres tratamientos (sequía, riego regular e inundación). Para cada tratamiento se utilizaron 45 plántulas de cada especie. Se evaluaron la supervivencia,

altura y número de hojas de cada plántula al inicio del experimento y a intervalos de 30 días hasta su conclusión a los 120 días. Al finalizar, se cosecharon las plántulas y se midió la longitud de las raíces y la biomasa acumulada. La inundación disminuyó la supervivencia de plántulas de *B. alicastrum* y no la de *P. sartorianum*, limitó la longitud del tallo, el número de hojas y la biomasa acumulada de ambas especies, pero no la biomasa de raíces de *P. sartorianum*. La supervivencia de las plántulas expuestas a sequía y riego regular no cambió y aumentó el crecimiento y biomasa acumulada. Las respuestas de las especies contribuyeron a entender el papel del filtro ambiental en el establecimiento de las plántulas de especies arbóreas en los bajos de Calakmul, Campeche. La inundación estacional actúa como un filtro ambiental, elimina las plántulas de *B. alicastrum* en los bajos, mientras que esta especie predomina en áreas con suelos bien drenados como los lomeríos adyacentes a la zona inundada. *Psidium sartorianum* se adaptó a las condiciones de sequía e inundación, como se observa en su hábitat natural.

2.1.2. A nivel nacional

Baluarte y Alván (1995), en su trabajo de investigación “Resultados preliminares sobre el crecimiento inicial de especies forestales en áreas inundables”. En el área de influencia de la ciudad de Iquitos, en 1992 se instaló cuatro modelos agroforestales en un terreno sometido a frecuentes inundaciones por las avenidas del río Amazonas. En total se sembraron doce especies forestales intercaladas con cultivos de ciclo corto. La inundación del año 1993 producida en los meses de marzo a mayo afectó considerablemente los cuatro modelos, el nivel del agua en su máxima creciente llegó a una elevación promedio de 1.53 m en el área cultivada, por su parte las plantas alcanzaron alturas promedio de 0.49 m. para el caso de *Maquira coriácea* (Capinurí) y *Ocotea aciphylla* (Canela Moena) y 0.76 m las especies *Calycophyllum spruceanum* (Capirona) y *Couroupita subsessilis* (Ayahuma). A excepción de las cuatro especies antes citadas, todas desaparecieron después de la inundación, los resultados logrados con estas cuatro especies alientan a continuar con estudios más rigurosos.

Tabla 2.
Porcentaje general de plántulas que soportaron la inundación

Modelo	N° de plantas antes de la inundación	N° de plantas después de la inundación	% de supervivencia
I	106	7	6.6
II	101	22	21.78
III	129	14	10.85
IV	126	13	10.32
TOTAL	462	56	12.12

Baluarte (1995), en su trabajo “Comportamiento fenológico preliminar de cuatro especies forestales de áreas inundables”. El presente artículo reportó el comportamiento fenológico preliminar de cuatro especies forestales que ocurren en áreas inundables de la Amazonía peruana de la ciudad de Iquitos específicamente en los bosques Allpahuayo y Canta gallo. En cantagallo comprende grandes áreas aluviales en donde en promedio la inundación alcanza 1,50m desde la base del árbol. Las especies forestales que soportaron la inundación que duró cerca de 90 días fueron las siguientes: *Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker f. ex Schumann "capirona", *Maquira coriacea* (Karsten) C. C. Berg "capinurí" *Ocotea aciphylla* (Ness) Mez "canela moena" y *Couroupita subsessilis* Pilger "ayahuma". Debido al corto período de registro, las observaciones desarrolladas no permiten obtener conclusiones definitivas sobre el comportamiento fenológico de las especies estudiadas; sin embargo, estos resultados revelan algunas tendencias sobre las fenofases de estas especies, especialmente lo relacionado a la floración y fructificación.

Baluarte y Nebel (2002), en su trabajo de investigación “Incremento diamétrico de *Guarea macrophylla* VAHL. y *Calycophyllum spruceanum* (BENTHAM) HOOKER F. EX. SCHUMANN en bosques inundables de la amazonia peruana”. Esta nota técnica presentó algunos resultados sobre el incremento diamétrico de dos especies forestales, con madera de valor comercial, que medran en los bosques inundables de la Amazonía peruana. Con esta investigación se buscó resultados que puedan ser útiles en la planificación del manejo sostenible de las especies. Con base a datos de incremento diamétrico tomados en parcelas permanentes de muestreo, se presentó resultados del análisis por clases diamétricas y simples

modelos de incremento de diámetro; sin embargo, se necesita incluir factores de competencia en los análisis para poder comprender por qué unos individuos crecen más que otros. La baja densidad de algunas especies en bosques tropicales hace difícil tener una base de datos suficiente para un análisis adecuado, como es el caso de Calycophyllum spruceanum, cuya presencia de individuos jóvenes fue escasa en las parcelas de crecimiento, estudiadas.

Nebel y Baluarte (2002), en su trabajo de investigación "Crecimiento de *Virola pavonis* (A.DC.) A.C. SMITH en bosques aluviales peruanos – resultados preliminares". Esta nota técnica alcanzó información preliminar sobre crecimiento de *Virola pavonis*, "cumala caupuri", en bosques naturales inundables de la Amazonía peruana. Se instalo parcelas en restinga alta, restinga baja y tahuampa. De todas las plantas se obtuvo un promedio en diámetro de 0,2 – 0,6 cm/año; con máximas tasas de crecimiento de hasta 2,7cm/año. según la proyección se estima que para obtener un diámetro de 50 cm tomará unos 135 y 35 años. Con esta investigación se buscó resultados que contribuyan con el manejo sostenible de esta especie. Con base a datos de incremento diamétrico tomados en parcelas permanentes de muestreo, se presentó resultados del análisis por clases diamétricas y simples modelos de incremento diamétrico. Esta relación indica que el límite óptimo de diámetro de apeo para obtener el máximo volumen de producción es de 45 cm de DAP, lo cual es logrado en cerca de 175 años. Sin embargo, es probable que se haya sobreestimado el tiempo en que los individuos de mayor crecimiento alcancen la adultez. Con el fin de obtener un estimado más exacto del crecimiento, se debe investigar intensivamente todo el ciclo de vida de la *Virola pavonis*, desde la etapa de germinación hasta la etapa de la senectud.

Alván (2008), en su trabajo "Comportamiento de la regeneración natural de especies forestales de áreas inundables para establecer planes de manejo en cuencas hidrográficas, Loreto, Perú". Determinó el comportamiento de la regeneración natural de las especies forestales, particularmente las de áreas inundables es una necesidad básica y primordial con miras a establecer planes de manejo de cuencas

hidrográficas; lo que significa esta investigación ejecutada en las Parcelas Permanentes de Muestreo del centro de investigación y enseñanza forestal de la UNAP. Se determinó el comportamiento de la regeneración natural de *Ocotea marmellensi* (Moena); *Caraipa densifolia (Brea caspi)* y *Virola sebifera (cumala)*, en periodos de inundación. Para la evaluación se utilizó treinta unidades muestrales de 10 x 10 m (100 m^2) con las siguientes categorías: Brinzales (plantas de 30 a 150 cm de altura); Latizales (de > 150 cm de altura y no más de 5 cm de DAP) y Fustales (DAP ≥ 5 - 40 cm); con registro de datos antes, durante y al final del periodo de inundación. Hecho los análisis se encontró que *Caraipa densifolia* de la categoría Brinzal tiene la mayor sobrevivencia (83%); en Latizal, *Ocotea marmellensi* con 89% y, en la de Fustal, *Virola sebifera* con el 87% de sobrevivencia, Igualmente se determinó que la altura promedio de inundación fue de 177 cm y que la calidad de las plántulas sobrevivientes, con 86% del total, al final del periodo de inundación, le confiere la categoría de Buena.

Flores et al. (2023), en su trabajo “Supervivencia de especies de plantas en bosques estacionalmente inundables en la Amazonía peruana”. La supervivencia de especies en un bosque estacionalmente inundable abre paso a entender mejor las estrategias para fines de conservación y restauración ecológica. Este trabajo reporta especies tolerantes a áreas inundables, mediante la evaluación de supervivencia de especies sembradas para la restauración del bosque. De las diecisiete especies estudiadas, cinco mostraron alto potencial para ser utilizados en trabajos de restauración de bosques estacionalmente inundables. En general, las especies de *P. munguba, C. tapia, H. crepitans, S. reticulata y M. dubia* tuvieron un porcentaje de supervivencia mayor de 50%. Destacando *S. reticulata* que presentó mayor supervivencia con 91,1% en condiciones sin sumergencia. Sin embargo, *C. tapia* (65,6%) y *M. dubia* (52,8%) toleran mayor sumergencia. La supervivencia de plantas está directamente relacionada con las características de adaptación a periodos y niveles de inundación, lo que se ve condicionada también por la heterogénea microtopografía propias de los bosques inundables amazónicos.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Plantaciones forestales

Las plantaciones forestales han tomado relevancia a nivel mundial; la tendencia es que las plantaciones superen a los bosques nativos en la producción de madera industrial en el mundo por los beneficios económicos, ambientales y sociales (Margarita & Meza, 2021).

Las plantaciones pueden producir madera diez o hasta veinte veces más rápido que el bosque nativo, bajo condiciones óptimas. La producción típica de una plantación en 10m^3/ha (pudiendo ser de hasta 25m^3/ha) mientras que cifra la producción del bosque húmedo tropical de 1 a 2 m^3/ha (Villacorta, 2021).

Durante el 2021, el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (Serfor) marcó récord al inscribir 10 039.96 hectáreas de plantaciones forestales (SPDA, 2022). Los departamentos con más hectáreas registradas son: Huánuco, Loreto, Amazonas y Cusco (El Peruano, 2022).

2.2.1.1. Clasificación de las plantaciones forestales

- Plantación forestal para producción

Bosque u otras tierras boscosas de especies exóticas, y en algunos casos de especies nativas, establecidas mediante la plantación o siembre con fines de producción de madera o bienes no maderables (Cerón, 2021)

- Plantación forestal para protección

Bosque u otras tierras boscosas de especies nativas o introducidas, establecidas mediante plantación o siembra, con el fin principal de suministrar servicios (Cerón, 2021).

- Plantación forestal para recuperación

Las plantaciones de recuperación o restauración están orientadas a la restauración del ecosistema natural empleando especies nativas del lugar. Se permiten actividades como la recolección de frutos y otros productos diferentes a la madera y el manejo de fauna silvestre (Cerón, 2021).

Figura 1.
Plantación forestal



Nota: *Tendencias en plantaciones forestales: Bolaina y Capirona (Ugarte, 2007)*

Figura 2.
Aprovechamiento en plantaciones forestales



Nota: *Capirona (Jorge Briceño y A&L. Gerencia Capirona, 2015)*

2.2.1.2. Factores que determinan el crecimiento de las plantaciones forestales

Desde la perspectiva técnica, el éxito en el establecimiento de las plantaciones forestales depende de cuatro factores: i) calidad y pertinencia del material genético, ii) calidad y tipo de material vegetativo que se establecerá en campo, iii) las características del sitio y adecuaciones para establecer la plantación, y iv) los cuidados y manejo de la planta en el sitio de plantación (Torres, 2021).

Los factores ambientales como la luz, oferta de nutrientes, temperaturas máximas y mínimas y el estrés hídrico pueden tener gran efecto sobre la producción del área foliar y la producción de materia seca a través del efecto de la cantidad de luz interceptada; asimismo los factores de precipitación y temperatura son los que tienen mayor influencia en la distribución y crecimiento de las plantaciones; aunque se han encontrado relaciones entre precipitación y el crecimiento, es un factor que por sí solo es de poco valor como indicador de la productividad del sitio (Zapata, 2013).

Las altas precipitaciones y vientos son factores que influyen directamente en la dinámica de las plantaciones, tasa de reproducción y sobrevivencia. Al presentarse lluvias fuertes las plantas quedan expuestas a daños mecánicos en sus órganos lo que los hace más susceptible al daño por patógenos y plagas, adicionalmente, bajo estas condiciones se puede presentar una redistribución de población de plagas, siendo vectores de dispersión el agua y el viento (Vásquez, 2011).

Asimismo, el anegamiento y la saturación de los suelos genera problemas fitosanitarios en las plantas dejándolo en muy mala condición para enfrentar otro estrés, ya que la inundación daña la estructura de soporte y conducción, siendo la parte base del árbol que se ve afectada perjudicando la brotación (Maldonado, 2024).

2.2.2. Inundaciones en coberturas vegetales

Las inundación y deslizamientos provocados por las fuertes lluvias ponen en riesgo a la población, infraestructura y las actividades económicas. Las actividades agropecuarias y otras formas de extensión de cobertura vegetal son las más vulnerables a estos eventos (Butrich, 2018).

La inundación de los cultivos es el segundo estrés más importante que causa pérdidas agrícolas u otros. La inundación limita la concentración de oxígeno en el entorno de la planta, lo que ocasiona estrés energético al impedir la obtención de energía de los carbohidratos. Una inundación prolongada puede provocar la muerte cuando se agotan las reservas energéticas (Peña, 2014)

Durante las inundaciones las plantas pueden sufrir hipoxia, que provoca una reducción en la producción de energía que, a su vez, puede

tener un fuerte efecto negativo en el rendimiento del cultivo. Las plantas responden a la falta de oxígeno de diferentes formas, que implican tanto cambios en su forma y estructura como alteraciones en la expresión génica y en el metabolismo. Esta condición altera la difusión del oxígeno en el suelo, provocando una disminución en su concentración y el aumento de compuestos potencialmente tóxicos para el cultivo. A nivel de planta, el anegamiento causa una crisis energética, con una disminución en el intercambio gaseoso y en la absorción de agua y nutrientes, que se traducen en una limitación del crecimiento (Romero, Silva, & Seguel, 2016).

La privación de oxígeno en el suelo reduce la tasa de respiración y disminuye los niveles de energía y carbono de los tejidos vegetales necesarios para llevar a cabo los procesos fisiológicos esenciales. Esto provoca que el crecimiento de las raíces se vea frenado, que se reduzca el transporte de agua y nutrientes a través de las raíces hasta el brote, y que finalmente las células, las raíces y la planta mueren (Jeschke, 2020).

La inundación inhibe la actividad de enzimas como la β-D-glucosidasa y la fosfatasa, involucradas en los ciclos del carbono, nitrógeno, fósforo y azufre y se aumenta la concentración de etileno. Estas condiciones cambiantes en el suelo generan efectos negativos en el crecimiento y desarrollo de las plantas (De la Cruz, Moreno, & Magnitskiy, 2012).

Figura 3.
Inundación en plantaciones forestales



Nota: *Bosques inundados en el Amazonas (Mario, 2022)*

Debe comprenderse que, en un suelo inundado durante días o meses, el aire es reemplazado por el agua evitando toda posibilidad de provisión de oxígeno, afectado a la actividad biológica, a las plantas y al mismo suelo (Montico, 2003).

La inundación tiene un efecto negativo sobre la mayoría de plantas terrestres debido a que reduce su crecimiento e induce la senescencia. La deficiencia de oxígeno, efecto principal de la inundación, cambia el metabolismo de la planta induciendo la vía anaeróbica o fermentativa como mecanismo alterno, aunque poco eficiente para la producción de energía. Después del ajuste metabólico, la planta genera cambios morfológicos internos para sobrevivir bajo largos periodos de hipoxia. especies como el álamo (Populus deltoides Marsh.), como respuesta a la inundación hay formación de lenticelas hipertrofiadas y generación de raíces adventicias. El principal cambio a nivel morfológico en condiciones de inundación, es la formación de aerénquima, un tejido vegetal con espacios largos e interconectados llenos de gas. El oxígeno que llega a la raíz vía aerénquima mejora significativamente el estado energético de la planta, permitiendo la sobrevivencia en ausencia de oxígeno externo. En general, las especies que tienen aerénquima constitutivo presentan ventaja competitiva en condiciones de inundación frente a las especies que no lo tienen (De La Cruz, Moreno, & Magnitskiy, 2012).

Figura 4.
Inundación en plantaciones forestales



Nota*: arboles afectados por la inundación (Díez, 2015)*

2.3. Especie en estudio: Capirona

Flores (2019), describe a la especie de la siguiente manera:

Nombre común: Capirona

Nombre científico: *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook.f.ex K. Schum

Familia: Rubiaceae

Esta especie se encuentra distribuido en los países de Brasil, Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia. en el Perú se encuentra distribuido en las regiones de Amazonas, Huánuco, Junín, Loreto, Madre de Dios, Pasco, San Martín y Ucayali (Flores, 2019).

La especie se desarrolla por debajo de los 1200 m.s.n.m. en bosque secundarios, aunque se le encuentra también con frecuencia en bosques primarios o maduros en tipos de bosques aluviales y de colina baja a media. Por otra parte (Ushiñahua, 2016).

La floración y fructificación es desde inicios de la estación seca hasta su final, entre abril y setiembre; fructifica entre agosto y septiembre. La propagación sexual por semilla es exitosa. La siembra se hace en almácigos con sustrato arenoso. La germinación se inicia a los tres a cinco días de la siembra, con un poder germinativo de 80% a 90% con semillas frescas. Se trasplanta a bolsas plásticas hasta que alcancen 50 centímetros de altura, luego se puede introducir a terreno definitivo. Su altura reporta crecimiento 1,4-1,6 m a los seis meses y 3,5-4,7 m por año (Ushiñahua, 2016).

La Capirona *Calicophyllum spruceanum* es una especie propia de las zonas tropicales húmedas, puede crecer en toda la amazonia, suele formar manchales conocidos como “Capironales”, en algunas zonas suele ser muy agresiva en la regeneración natural y podría convertirse en una excelente alternativa para la promoción de plantaciones forestales en altitudes que van de 0 a 1200 msnm. Por tratarse de una especie con densidad básica alta y grano fino, podría tener importantes beneficios en los diferentes usos que se le quiera dar en la industria (Cuellar & Reyes, 2016).

Figura 5.
Productos con madera capirona



Nota: *muebles de comedores populares con madera de Capirona (Acombamba, 2023)*

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA

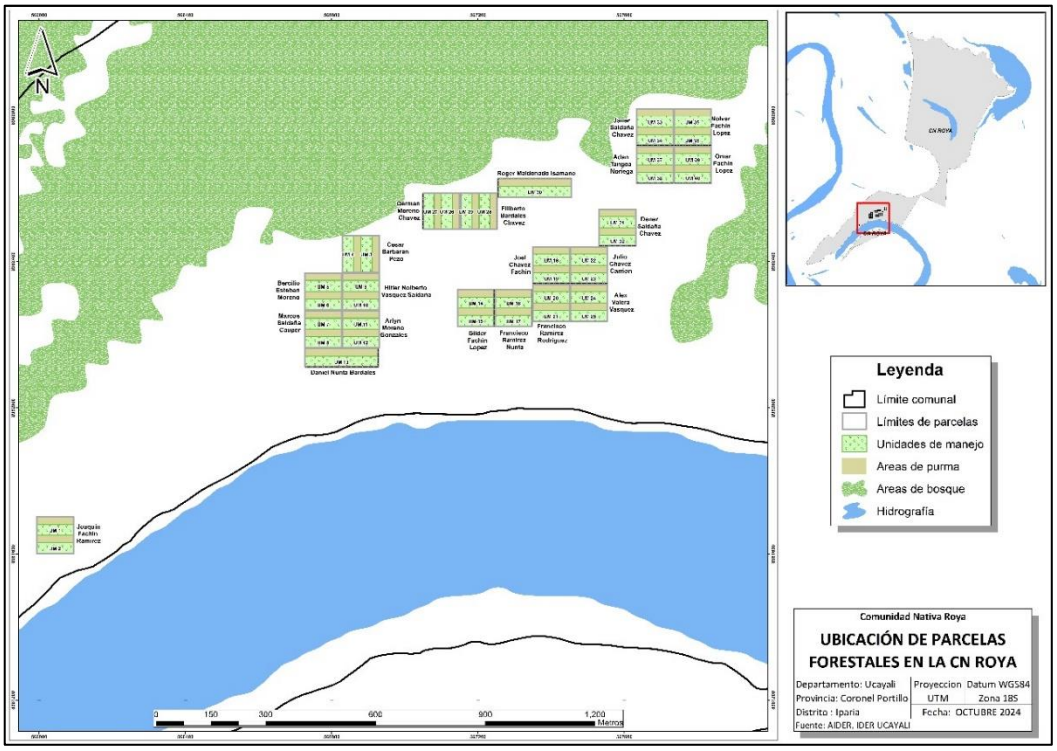
3.1. Tipo de investigación

La investigación fue descriptiva cuantitativa, ya que se recolectó datos numéricos para las variables diámetro a la altura del pecho (DAP), diámetro al cuello de la raíz (DACR), altura total y altura de inundación. Y a la vez cualitativo ya que se describió y se categorizó las variables supervivencia y estado fitosanitario de los árboles. Para relacionar variables se utilizó el análisis de correlación y análisis de regresión.

3.2. Lugar de estudio

La comunidad nativa ROYA está ubicado en el distrito de Iparía, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, con un área total de 677.8706 ha con un perímetro de 13843.44 m (figura 6).

Figura 6.
Ubicación de la CC NN Roya, distrito de Iparia de la Región de Ucayali



3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población fue finita y estuvo constituida por las 11.088 plantas de Capirona de la comunidad nativa (CN) Roya plantados entre los meses de

mayo a julio del año 2021, estas fueron plantadas con las características de plantones con 06 pares de hojas maduras con una altura de 25 a 35 cm, con coordenadas UTM (este: 566827; norte: 8982268).

3.3.2. Muestra

La muestra estuvo constituida por 408 plantas de capirona de la CN Roya. Se utilizó la técnica del muestreo aleatorio simple (MAS) en donde la selección se dio mediante balotas para elegir a los árboles. Sin embargo, por el comportamiento topográfico se evaluó solo 329 plantas que fueron inundadas, ya que la finalidad del estudio es evaluar el efecto del nivel de inundación en las plantas inundadas.

3.4. Materiales

- Gps
- Pintura roja
- Etiquetas
- Regla telescópica de 5 metros
- Cinta diamétrica
- Formato de apuntes
- Cámara fotográfica

3.5. Procedimiento de recolección de datos

- Se georreferenció el área de la plantación con el uso del GPS. La fecha de recopilación de datos se dio en el mes de agosto del 2022.
- Se eligió aleatoriamente las plantas que conformó la muestra, posteriormente con el GPS se ubicó las coordenadas de las plantas seleccionadas de manera aleatoria en campo, las cuales fueron marcados con pintura roja y enumerados colocándole una etiqueta de identificación.
- La altura de inundación se determinó midiendo la distancia vertical existente entre el nivel del suelo y la marca de agua que queda en el fuste.
- El DAP se obtuvo midiendo a una altura de 1,30 metros desde el nivel del suelo.
- El DACR se obtuvo midiendo el diámetro al nivel del suelo de las plantas, esto con la ayuda de la cinta diamétrica.

- La altura total se midió desde el nivel del suelo hasta el punto más alto del ápice de la planta, todo esto con la ayuda de una regla telescópica de 5 metros.
- La clasificación de los árboles de acuerdo al estado fitosanitario se obtuvo guiándose de los siguientes indicadores:

  Bueno: Cuando la planta es vigorosa con follaje verde y el tallo fuerte

  Regular: Cuando presenta problema de coloración de las hojas, tallo débil a un 40% o 70% de la planta.

  Malo: Cuando la planta está enferma, presenta decoloración y caída de hojas mayor al 70% de la planta sin eje dominante.
- La supervivencia se obtuvo estratificando la muestra en arboles vivos y árboles muertos. Se utilizó la siguiente formula:

$$Supervivencia\ (\%)\ \frac{N°\ de\ individuos\ vivos}{N°\ de\ individuos}\ x\ 100$$

Para tener un orden al momento de recopilar los datos se usó el siguiente formato:

Figura 7.

Cuadro de recopilación de datos

REGISTRO Y EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE UNA PLANTACIÓN DE CAPIRONA							
UNIDAD DE MANEJO		UTM ESTE		UTM NORTE			
COMUNIDAD NATIVA							
EVALUADOR DE CAMPO				FECHA DE EVALUACION			
Nº Planta	Diámetro DAP (cm)	Diámetro al cuello de la raíz DCR (cm)	Altura planta (m)	Altura inundación (m)	Supervivencia	Estado fitosanitario	Observaciones
OBSERVACIONES GENERALES							
SUPERVIVENCIA					ESTADO FITOSANITARIO		
V. vivo M. muerto					B. bueno M. malo R. regular		

3.6. Procesamiento de recolección de datos

Los datos fueron organizados en base a las plantas inundadas, puesto que es la parte que se está evaluando, además se consideró las plantas vivas para poder hacer las relaciones entre las variables.

3.7. Tratamiento de datos

Se usó la correlación de Pearson (r) para analizar la relación entre dos variables cuantitativas y para ubicar la relación funcional se utilizó el análisis de regresión lineal, para la presentación de los datos se utilizó la siguiente tabla:

Tabla 3.

Análisis de correlación y regresión de Pearson entre el nivel de inundación y el crecimiento inicial de la plantación de Capirona

Independiente	Dependiente	r	r^2	Tipo	Ecuación	$r_{tabular}$	Sig.
Nivel de inundación	Diámetro a la altura del pecho						
	Diámetro al cuello de la raíz						
	Altura total						
	Supervivencia						
	Estado fitosanitario						

En donde:

r: Coeficiente de correlación observado
r^2: Coeficiente de determinación
r_{tab}: Coeficiente de correlación tabular
Sig.: nivel de significancia

Existe relación significativa (*) si:

r observado > r tabular (0.05)

relación altamente significativa (**) si:

r observado > r tabular (0.01).

No hay relación entre las variables si:

r observado < r tabular.

Una relación significativa conllevó a realizar un análisis de regresión lineal, para saber si la relación es directamente o inversamente proporcional.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Influencia del nivel de inundación en el diámetro a la altura del pecho (DAP) de las plantas de Capirona

Tabla 4.

Estadísticos descriptivos del nivel de inundación y diámetro a la altura de pecho (DAP)

Variables	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	S	S^2	CV (%)
Diámetro a la altura del pecho (DAP) (cm)	81	4.40	0.80	5.20	2.52	1.01	1.01	39.93
Nivel de inundación (m)	81	2.30	0.20	2.50	1.12	0.68	0.46	60.11

S: desviación estándar; S^2: Varianza; CV: coeficiente de variación

Tabla 5.

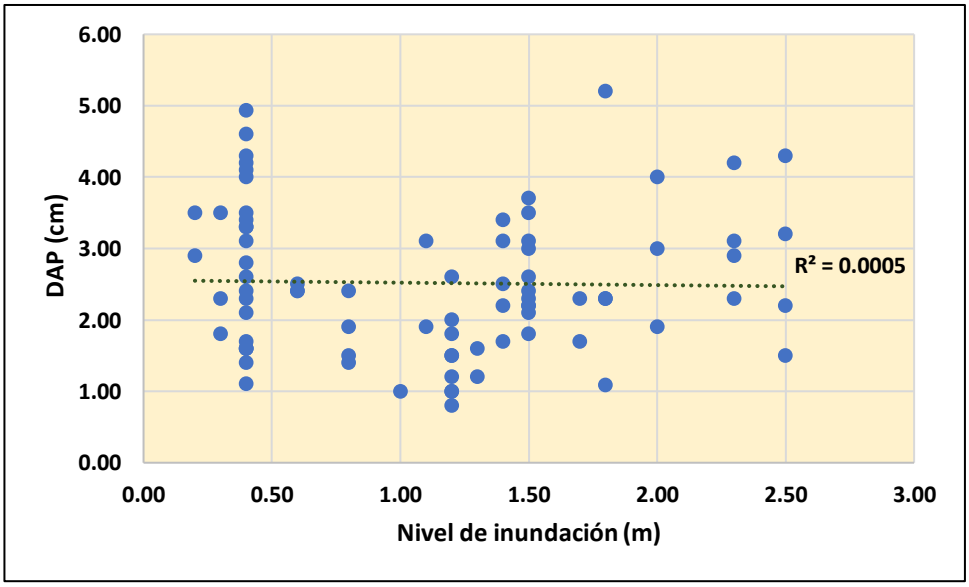
Análisis de correlación y regresión del DAP y el nivel de inundación

Variables	r	r^2	Tipo	Ecuación	$r_{tabular}$ 0,05	$r_{tabular}$ 0,01	Sig.
Dap x nivel de inundación	0.023	0.0005	Lineal	y = -0.034x + 2.5558	0.183	0.23	NS

(r) coeficiente de correlación observado; (r^2) coeficiente de determinación; r_{tab}: coeficiente de correlación tabular; (**) relación altamente significativa; NS: no significativo

Figura 8.

Dispersión de puntos entre las variables DAP y el nivel de inundación



En la tabla 4 y figura 8, se pone en evidencia que el diámetro a la altura del pecho (DAP) y el nivel de inundación no presentan una relación significativa (r=0.023), lo que indica que conforme se incrementa el nivel de inundación el crecimiento del DAP es casi constante. El efecto del nivel de inundación sobre el crecimiento del DAP de los árboles no es directa ni inversamente proporcional. El comportamiento del DAP de los árboles de Capirona puede estar influenciado por otros factores, según Baluarte y Nebel (2002) puede darse por la competencia que puede existir en la plantación, más aún si no se hizo el raleo antes de la inundación.

Hernández, Rada y Silva (2010), la adaptación de cada individuo en condiciones desfavorables juega un papel importante para el desarrollo del DAP. La estructura anatómica y la fisiología de cada árbol contribuyen para adaptarse (Nebel & Baluarte, 2002).

El factor manejo de una manera oportuna durante el crecimiento de la plantación de Capirona también impactará significativamente en el crecimiento de la planta en zonas inundables (Soudre, 2022). En la presente investigación se evidencio que no se hizo raleo en la plantación (distanciamiento 3 x 3), este factor pudo haber influenciado a que los árboles obtengan crecimiento de DAP de forma no proporcional respecto al nivel de inundación.

4.2. Influencia del nivel de inundación en la altura de las plantas de Capirona

Tabla 6.
Estadísticos descriptivos del nivel de inundación y la altura de las plantas de Capirona.

Variables	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	S	S^2	CV (%)
Altura de la planta (m)	108	3.83	0.99	4.82	2.43	0.87	0.76	35.87
Nivel de inundación (m)	108	2.30	0.20	2.50	1.17	0.62	0.39	53.16

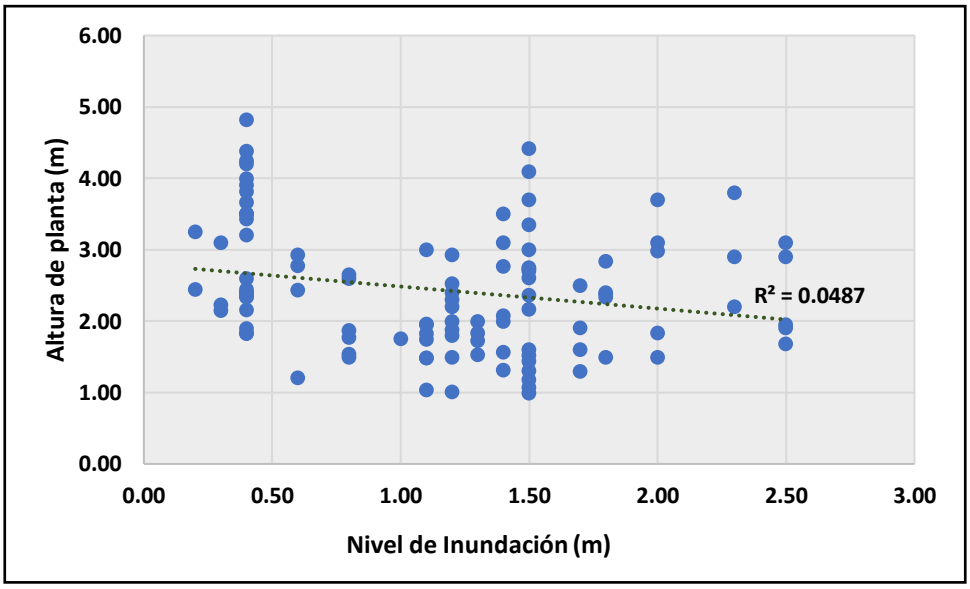
S: desviación estándar; S^2; Varianza; CV: coeficiente de variación

Tabla 7.
Análisis de correlación y regresión del nivel de inundación y la altura de la planta.

Variables	r	r^2	Tipo	Ecuación	$r_{tabular}$ 0,05	0,01	Sig.
Altura de la planta x nivel de inundación	0.22	0.049	Lineal	Y=2.7929 – 0.3085x	0.195	0.254	*

*r=coeficiente de correlación observado; r^2: coeficiente de determinación; r_{tab}: coeficiente de correlación tabular; sig: nivel de significación; *: relación significativa*

Figura 9.
Dispersión de puntos de las variables nivel de inundación y altura de planta



En la tabla 6 y figura 9, se aprecia que la altura de la planta de Capirona y el nivel de inundación presentan una relación significativa (r=0.22), lo que indica que conforme se incrementa el nivel de inundación, la altura de la planta disminuye significativamente, a razón de 0.3085 metros por cada unidad de incremento del nivel de inundación.

La inundación afecta el crecimiento de los árboles puesto que altera la difusión del oxígeno en el suelo, provocando un aumento y concentración de tóxicos, el anegamiento causa una crisis energética disminuyendo el intercambio gaseoso, absorción de agua y nutrientes, disminución significativa en el peso seco de la raíz, todo eso se traduce en la limitación del crecimiento de la planta (Romero, Silva, & Seguel, 2016). Cuando el

suelo es inundado el agua ocupa los poros causando inmediato una deficiencia del oxígeno y el poco oxígeno en el suelo es consumido por las raíces y los microorganismos en pocas horas, por tal motivo el crecimiento disminuye ya que la raíz se encuentra con deficiencia de oxígeno (Moreno & Fischer, 2014).

La inundación también ocasiona cambios en los patrones de crecimiento haciendo que, en algunos casos, se detenga el crecimiento de la parte superior de la planta o que se acelere o sea mayores en otros; el encharcamiento del suelo daña la raíz y provoca muerte de sus ápices (Moreno & Fischer, 2014)

Asimismo, la inundación inhibe la actividad de enzimas como la β-D-glucosidasa y la fosfatasa, involucradas en los ciclos de carbono, nitrógeno, fósforo y azufre, y aumenta la concentración de etileno; todas estas condiciones en el suelo generan efectos negativos en el crecimiento y desarrollo de las plantas (De la Cruz, Moreno, & Magnitskiy, 2012).

Los factores precipitación y temperatura también tienen un efecto desfavorable en el crecimiento de las plantaciones; pues las constantes lluvias generan estrés y las altas temperatura generan cambios anatómicos, morfológicos y funciones en las plantas, reduciendo en principio el tamaño de las células (Zapata, 2013).

4.3. Influencia del nivel de inundación en el diámetro al cuello de la raíz

Tabla 8.

Estadísticos descriptivos del nivel de inundación y el diámetro al cuello de la raíz

Variables	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	S	S^2	CV (%)
Diámetro al cuello de la raíz (cm)	29	3.75	1.05	4.80	2.74	1.05	1.10	38.31
Altura de inundación (m)	29	2.10	0.40	2.50	1.40	0.48	0.23	34.53

S: desviación estándar; S^2; Varianza; CV: coeficiente de variación

Tabla 9.

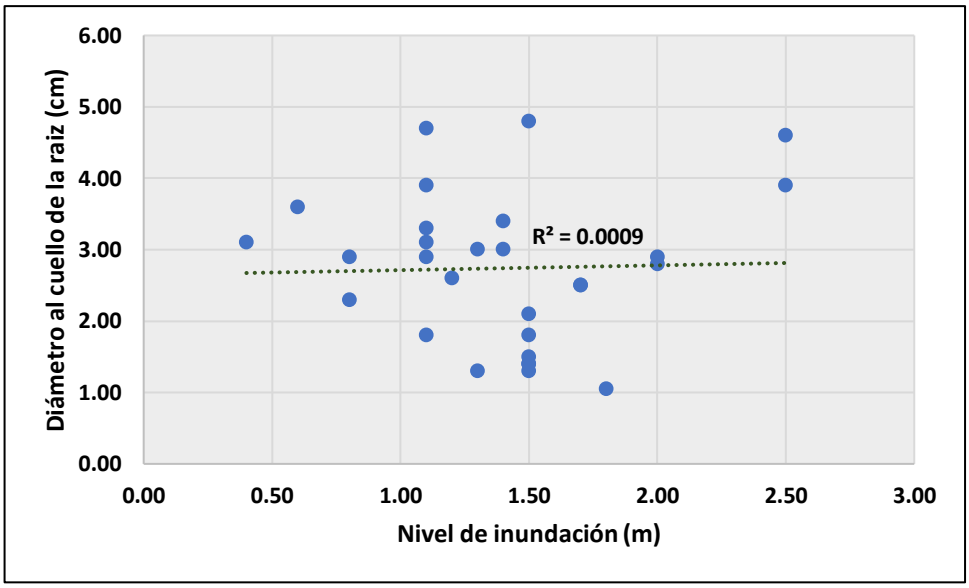
Análisis de correlación y regresión del nivel de inundación y diámetro al cuello de la raíz

Variables	r	r^2	Tipo	Ecuación	$r_{tabular}$ 0,05	$r_{tabular}$ 0,01	Sig.
Diámetro al cuello de la raíz x nivel de inundación	0,03	0.0009	lineal	y = 0.0667x + 2.6466	0.349	0.448	NS

(r) coeficiente de correlación observado; (r^2) coeficiente de determinación; r_{tab}: coeficiente de correlación tabular; (**) relación altamente significativa; NS: no significativo

Figura 10.

Dispersión de puntos de las variables nivel de inundación y diámetro al cuello de la raíz.



En la tabla 8 y figura 10, se observa que el diámetro a la altura del cuello y el nivel de inundación no presentan una relación significativa (R=0.03), lo que indica que conforme se incrementa el nivel del agua, el diámetro a la altura del cuello se mantiene casi constante. Lo que indica que el nivel inundación no tiene influencia sobre el desarrollo del diámetro al cuello de la raíz.

El desarrollo del diámetro al cuello de la raíz de las plantas de Capirona puede estar afectado por otros factores tales como menciona Baluarte y Nebel (2002), donde indica que el comportamiento no proporcional en el desarrollo del diámetro de las plantas se debe a las

pendientes que puede existir en el terreno, asimismo la competencia, estructura anatómica y la fisiología de la planta.

La variable como es el diámetro al cuello de la raíz es importante ser tomado en cuenta en un estudio de investigación, puesto que es un indicador que manifiesta la capacidad de transporte de agua hacia la parte aérea, resistencia mecánica y la capacidad relativa de tolerar altas temperaturas de la planta. Mientras mayor sea el diámetro mejor será su calidad (Decarli, 1999).

4.4. Relación entre el nivel de inundación y la supervivencia de una plantación de Capirona

Tabla 10.

Supervivencia y mortandad en la plantación de Capirona en época de inundación

Total de plantas muestreadas	N° de plantas			% de supervivencia	% de mortandad
	Inundadas	Vivas	Muertas		
408	329	109	220	33.13	66.87

En la tabla 9 se pone en manifiesto que la inundación afectó a 329 plantas muestreadas de la plantación de Capirona de la comunidad nativa Roya, en donde, de un total de 329 árboles, 220 murieron representando el 66.87% de árboles muertos, 109 árboles vivos representando el 33.13%; con estas cifras se puede indicar que aproximadamente 2/3 de árboles murieron en la época de inundación que duro aproximadamente 7 meses, el tiempo de inundación fue mayor en comparación con los años anteriores ya que según comentarios de los pobladores la inundación duraba entre 2 – 4 meses, y que en esta ocasión la época de inundación excedió en 3 meses. Además, en el año 2022 según INDECI el río Ucayali experimentó un incremento significativo en su caudal debido a las lluvias intensas y prolongadas alcanzando los 131.52 metros sobre el nivel de mar (Radio Nacional Perú, 2022).

Figura 11.

Supervivencia de la plantación de Capirona en época inundable

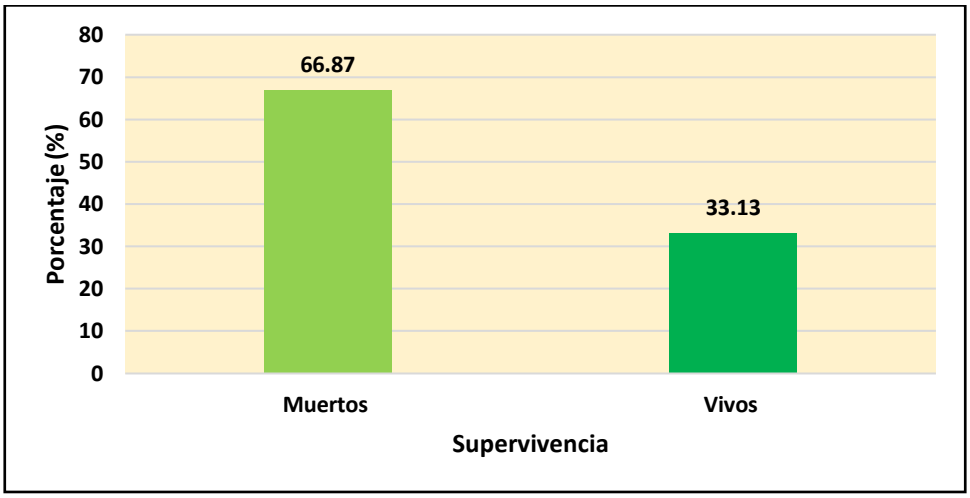


Tabla 11.

Distribución de frecuencia de plantas vivas y muertas de Capirona respecto al nivel de inundación

Nivel de inundación (metros)	PLANTAS MUERTAS			PLANTAS VIVA		
	(fi)	fi (%)	fi % A	(fi)	fi (%)	fi % A
0.2				2	1.83	1.83
0.3	4	1.82	1.82	3	2.75	4.59
0.4	12	5.45	7.3	23	21.1	25.69
0.6	7	3.18	10.5	4	3.67	29.36
0.8	1	0.45	10.9	6	5.5	34.86
1	1	0.45	11.4	1	0.92	35.78
1.1	1	0.45	11.8	8	7.34	43.12
1.2	4	1.82	13.6	10	9.17	52.29
1.3	5	2.27	15.9	4	3.67	55.96
1.4				7	6.42	62.39
1.5	18	8.18	24.1	18	16.51	78.9
1.6	11	5	29.1			
1.7	6	2.73	31.8	4	3.67	82.57
1.8	14	6.36	38.2	5	4.59	87.16
2	23	10.45	48.6	5	4.59	91.74
2.3	44	20	68.6	3	2.75	94.5
2.5	39	17.73	86.4	6	5.5	**100**
2.7	18	8.18	94.5			
3	5	2.27	96.8			
5	2	0.91	97.7			
7	5	2.27	**100**			
Total	**220**	**100**		**109**	**100**	

Nota: *fi: frecuencia absoluta; fi%: frecuencia porcentual; fi% A: frecuencia porcentual acumulada*

Figura 12.
Frecuencia de plantas muertas de Capirona respecto a su nivel de inundación

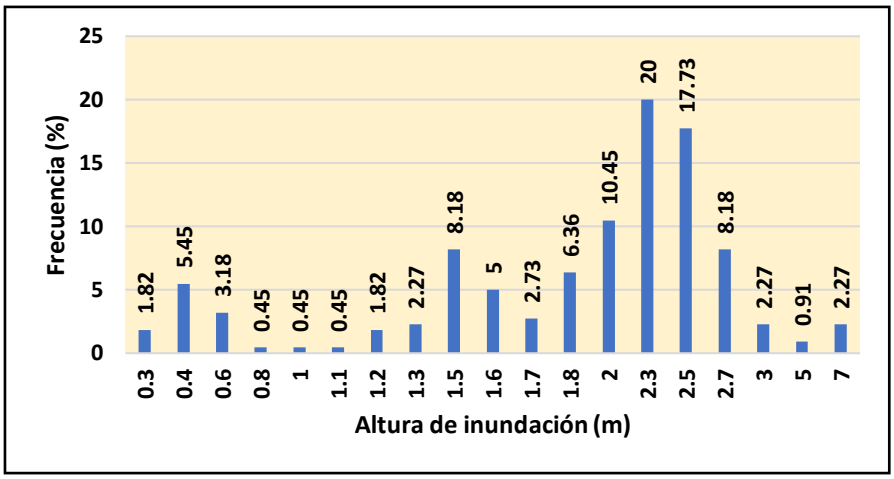
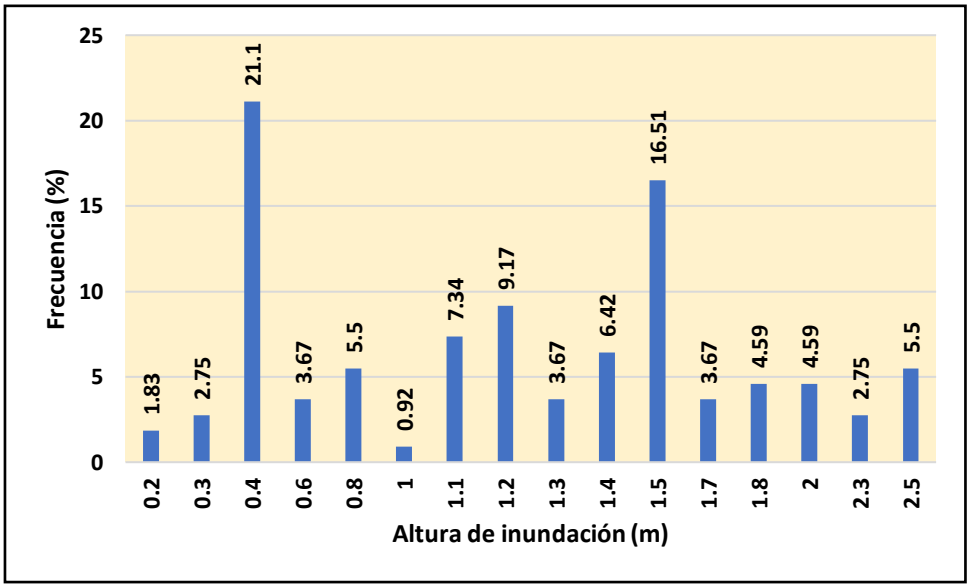


Figura 13.
Frecuencia plantas vivas de la plantación de Capirona respecto a su nivel de inundación



En la tabla 10 y figura 12 se muestra que, con nivel de inundación de 2.3 metros y 2.5 metros se evidencio mayor porcentaje de árboles muertos con 20% y 17.73% respectivamente, seguido de 10.45% de árboles muertos con nivel de inundación de 2 metros. Con alturas de inundación de 0.8 metros, 1 metros, 1.1 metros y 5 metros se evidencio 0.45%, 0.45%, 0.45% y 0.91% de árboles muertos respectivamente, siendo estos niveles de inundación en donde se manifestó menores árboles

muertos. El 38.2% de árboles muertos están por debajo de 1.8 metros de nivel de inundación y el 97.7% de árboles muertos está por debajo de 5 metros de nivel de inundación.

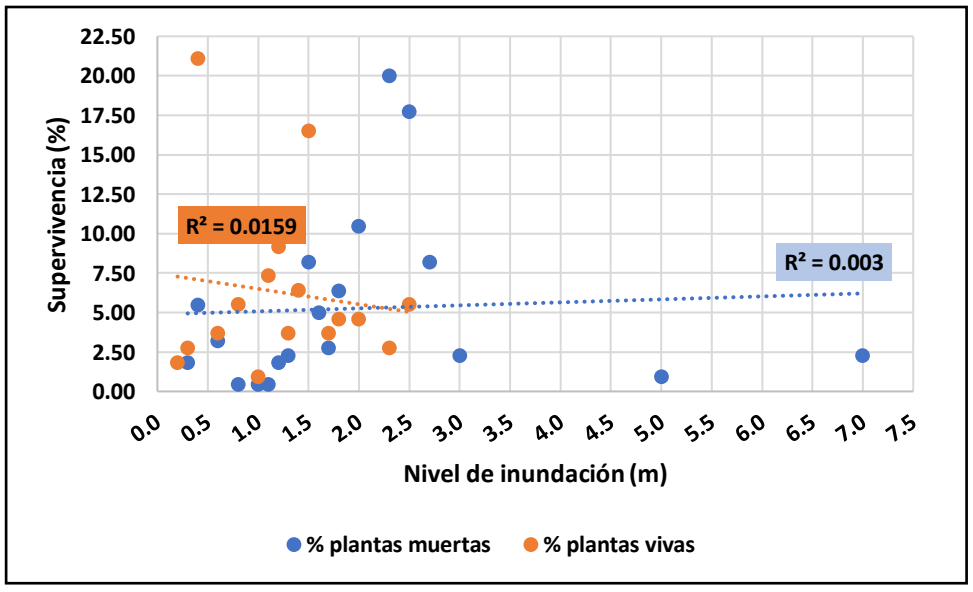
Asimismo, en la tabla 10 y figura 13, se observa que, con nivel de inundación de 0.4 metros y 1.5 metros se evidencio mayor número de árboles vivos con 21.1% y 16.51% respectivamente; seguido de 9.17% de árboles vivos con nivel de inundación de 1.2 metros, con nivel de inundación de 1 metro se evidencio 0.92% de árboles vivos; el 55.96% de árboles vivos está por debajo de 1.3 metros de inundación y el 94.5% de árboles vivos está por debajo de 2.3 metros de inundación.

Tabla 12.
Análisis de correlación y regresión del nivel de inundación y supervivencia (vivos y muertos)

Variables		r	r^2	Tipo	Ecuación	$r_{tabular}$ 0,05	$r_{tabular}$ 0,01	Sig.
nivel de inundación	% plantas vivas	0.12	0,0159	Lineal	y = 7.475 -0.977x	0.19	0.25	NS
	% plantas muertas	0.055	0,003	Lineal	y = 4.885 + 0.189x	0.19	0.25	NS

r=coeficiente de correlación observado; r^2: coeficiente de determinación; r_{tab}: coeficiente de correlación tabular; sig: nivel de significación; NS: no significativo

Figura 14.
Dispersión de puntos de supervivencia respecto al nivel de inundación



En la tabla 11 y figura 14 se observa que el % de plantas vivas y el nivel de inundación no presentan relación significativa (R=0.12), lo que indica que conforme aumenta el nivel inundación, el % de plantas vivas se mantiene casi constante. Del mismo modo el % de plantas muertas y el nivel de inundación no presentan relación significativa (R=0.055) lo que indica que conforme aumenta el nivel inundación, el % de plantas muertas se mantiene casi constante. Este análisis de correlación indica que el nivel de inundación poco influencio en la supervivencia de la plantación de Capirona.

El 33.3% de las plantas vivas de la plantación de Capirona se debe a que para sobrevivir realizan modificaciones morfológicas durante la temporada de inundación, este proceso con la finalidad de adaptarse a condiciones desfavorables, mientras la planta tenga la capacidad de realizar fotosíntesis el efecto de la inundación no va ser significativo (Hernández, Rada, & Silva, 2010). El material genético de la Capirona también juega un rol importante para aumentar la supervivencia, trabajar con semillas apropiadas permitirá una supervivencia aceptable y sostenible (Soudre, 2022).

Los factores para la baja supervivencia de Capirona son en un 76.6% por el sitio, 5.8% por el mantenimiento y 17.6% por el trasplante. Las causas para la baja supervivencia son en un 59% por las inundaciones prolongadas, 17.6% por la concavidad con agua caliente, 11.7% hoyo suave, 5.8% insolación y 5.8% malezas. Todo ellos tienen un efecto en un 59% muerte masiva, 17.6% muerte escasa, 11.7% muerte parcial y 11.7% volteamientos (Soudre, 2022).

En la presente investigación el 66.87% de plantas muertas se debe a que en los suelos inundados los poros están llenos de agua y hay producción de ácidos sulfhídricos, estos tienen un efecto negativo para las plantas (Alván, 2008). Un sistema radicular inapropiado provoca también tasas bajas de supervivencia (Decarli, 1999). La acidificación citológica puede provocar la muerte celular, así como también sustancias toxicas como el etanol, acetaldehído y compuestos cianogénicos, la disminución de la energía necesaria para el metabolismo, como el ATP, fuente energética importante para las plantas (Moreno & Fischer, 2014).

Factores como la disminución de la capacidad fotosintética debido al cierre estomático de las hojas también genera muerte de las plantas (Herrera, Rengifo, & Tezara, 2010), teniendo como efectos posteriores la reducción reproductiva, germinación y banco de semillas de las plantas (Piedade, Ferreira, & Franco, 2010). La microtopografía propia del terreno también puede provocar muerte de las plantas (Flores et al ., 2023).

El calentamiento del agua en la fase inicial tiene una afectacion en la plantación, debido a que despues del calentamiento extremo y recurrente se generan pequeñas cantidades de dióxido de azufre (SO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), lo suficientemente tóxicos para que los arbolitos juveniles mueran (Soudre, 2022).

La muerte de las plantas también se debe a que hay una menor actividad de enzimas fotosintéticas, el disparejo transporte de fotoasimilados, el bajo potencial hídrico y la conductancia estomática, además de menor contenido de clorofilas, son los factores que atribuyen a la disminución de la actividad fotosintética; el cierre estomático provoca estrés y posteriormente la muerte (Moreno & Fischer, 2014).

4.5. Relación entre el nivel de inundación y el estado fitosanitario de las plantas de Capirona

Tabla 13.
Estado fitosanitario de la plantación de Capirona por efecto del nivel de inundación

N° de plantas vivas	Estado fitosanitario		
	Bueno	**Regular**	**Malo**
109	87	20	2
100%	**80.73%**	**18.35%**	**0.92%**

La tabla 12 muestra que la plantación de Capirona en la Comunidad Nativa Roya estuvo inundada 7 meses en donde 87 plantas presentaron un estado fitosanitario bueno representando el 80.73%, 20 plantas presentaron un estado fitosanitario regular representando el 18.35% y solo 2 plantas presentaron un estado fitosanitario malo representando el 0.92%, esto indica que aproximadamente el 99% de las plantas presentaron estado fitosanitario entre bueno y regular.

Tabla 14.

Distribución de frecuencias del estado fitosanitario de la plantación de Capirona y el nivel de inundación

Nivel de inundación (m)	Estado fitosanitario bueno			Estado fitosanitario regular		
	(fi)	Fi %	Fi % A	(fi)	Fi %	Fi % A
0.2				2	10	10
0.3	3	3.41	3.41			
0.4	23	26.14	29.55			
0.6	4	4.55	34.09			
0.8	6	6.82	40.91			
1				2	10	20
1.1	8	9.09	50			
1.2	10	11.36	61.36			
1.3	4	4.55	65.91			
1.4	1	1.14	67.05	4	20	40
1.5	15	18.18	85.23	2	10	50
1.7	4	4.55	89.77			
1.8				5	25	75
2				5	25	**100**
2.3	3	3.41	93.18			
2.5	6	6.82	**100**			
Total	**87**	**100**		**20**	**100**	

Nota: *fi: frecuencia absoluta; fi%: frecuencia porcentual; fi% A: frecuencia porcentual acumulada*

Figura 15.

Porcentaje de estado fitosanitario de la plantación de Capirona en zona inundable

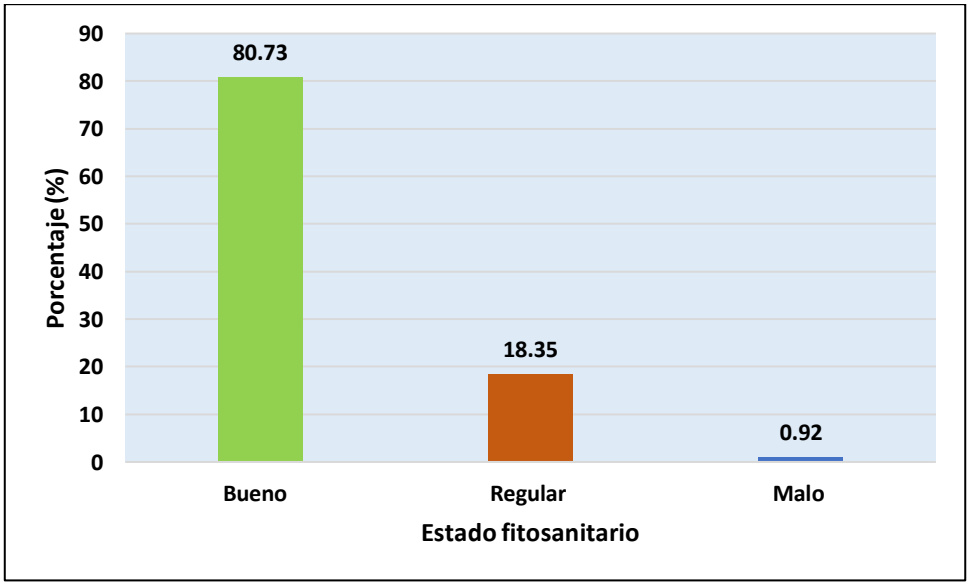


Figura 16.

Frecuencia de plantas con estado fitosanitario bueno respecto a su nivel de inundación.

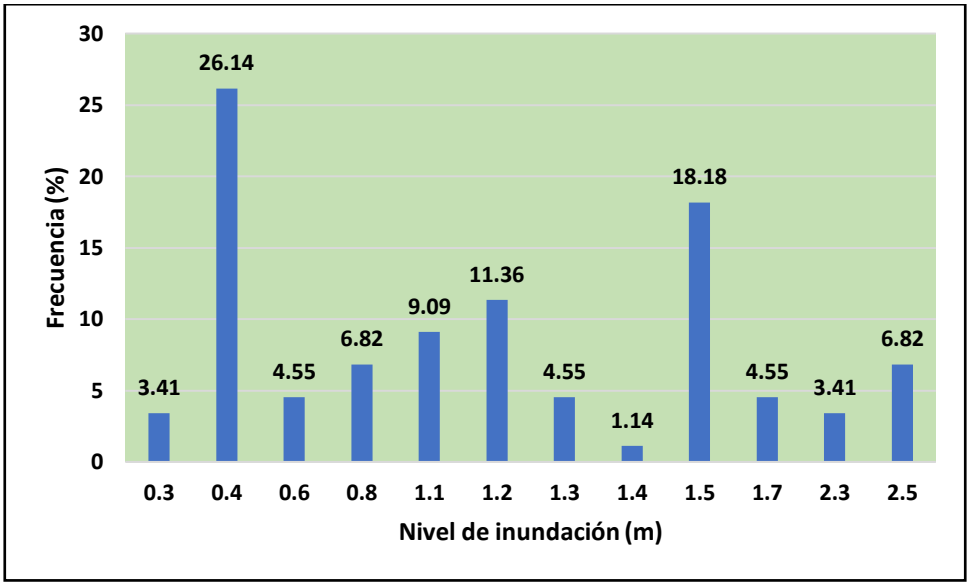
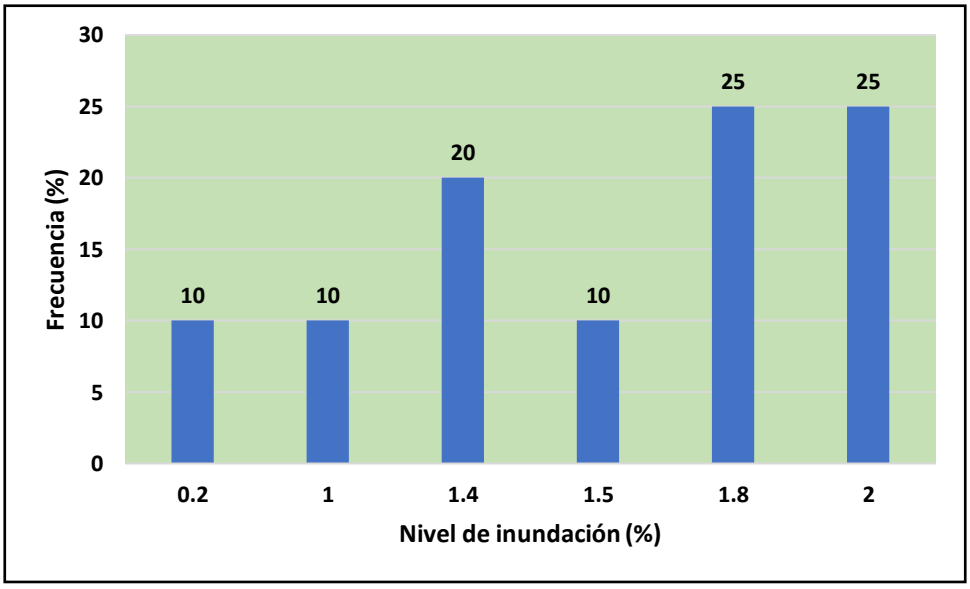


Figura 17.

N° de plantas con estado fitosanitario regular respecto a su nivel de inundación



En la tabla 13 y figura 16 se observa que a un nivel de inundación de 0.4 metros hubo 26.14% de plantas con estado fitosanitario bueno, seguido de 18.18% con una altura de inundación de 1.5 metros siendo estos los valores más altos que se presentaron; a una altura de 1.4 metros de inundación se evidencio solo 1.14% de plantas buenas. El 93.18% de las plantas buenas están por debajo de 2.3 metros de inundación.

Asimismo, en la tabla 13 y figura 17, se muestra que a una altura de inundación de 1.8 y 2 metros se evidencio el 50% de plantas con estado fitosanitario regular con 25% y 25% respectivamente, seguido de 20% de plantas regulares presentes a una altura de inundación de 1.4 metros. Los valores más bajos se presentaron a una altura de inundación de 0.2 metros, 1 metro y 1.5 metros representado el 30% de plantas con estado fitosanitario regular. El 75% de plantas con estado fitosanitario regular está por debajo de 1.8 metros de inundación.

Tabla 15.

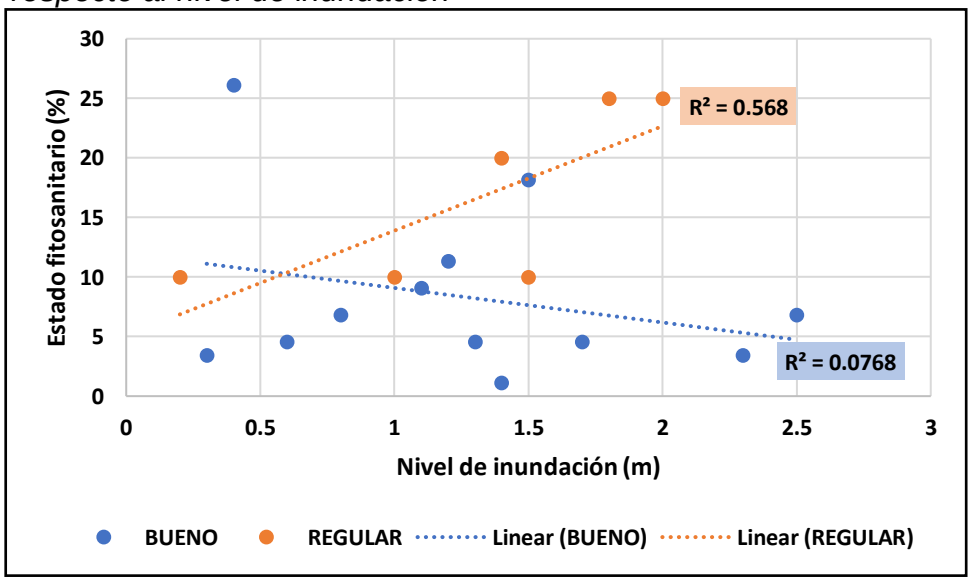
Análisis de correlación y regresión del nivel de inundación y el estado fitosanitario (bueno y regular)

Variables		r	r^2	Tipo	Ecuación	$r_{tabular}$ 0,05	$r_{tabular}$ 0,01	Sig.
nivel de inundación	% plantas con estado fitosanitario bueno	0.28	0.0768	Lineal	y = 11.981 -2.8979x	0.21	0.27	**
	% plantas con estado fitosanitario regular	0.75	0.568	Lineal	y = 5.1077 + 8.7789x	0.44	0.56	**

*r=coeficiente de correlación observado; r^2: coeficiente de determinación; r_{tab}: coeficiente de correlación tabular; sig: nivel de significación; *: relación significativa; **: relación altamente significativa*

Figura 18.

Dispersión de datos del % porcentaje de plantas buenas y regulares respecto al nivel de inundación



En la tabla 14 y figura 18, se aprecia que el % de plantas con estado fitosanitario bueno y el nivel de inundación presentan una relación altamente significativa (r=0.28), lo que indica que conforme se incrementa el nivel de inundación, el % de plantas con estado fitosanitario bueno disminuye significativamente, a razón de 2.8979% por cada unidad de incremento del nivel de inundación. Asimismo, el % de plantas con estado fitosanitario regular y el nivel de inundación presentan una relación altamente significativa (R=0.75), lo que indica que conforme se incrementa el nivel de inundación, el % de plantas con estado fitosanitario aumenta a razón de 8.7789% por cada unidad de aumento del nivel de inundación.

En la figura 18 se observa una relación inversamente proporcional en donde a mayor nivel de inundación disminuirá el % de plantas buenas, esto es debido a que las precipitaciones o lluvias fuertes provocan daños mecánicos en sus órganos lo que los hace más vulnerables al daño por patógenos y plagas, la inundación causa una redistribución en los hospederos de estas, migrando hacia otras plantas, por lo que el agua y el viento son vectores para dispersar a la plaga (Vásquez, 2011).

Asimismo, el anegamiento y la saturación de los suelos genera problemas fitosanitarios en las plantas dejándolo en muy mala condición para enfrentar otro estrés, ya que la inundación daña la estructura de soporte y conducción, siendo la parte base del árbol que se ve afectada perjudicando la brotación (Maldonado, 2024).

En la figura 18, también se observa que a mayor nivel de inundación aumenta el % de plantas con estado fitosanitario regular, esto se debe a que la inundación manifiesta clorosis por la absorción deficiente de agua y nutrientes, los síntomas más visibles es el amarillamiento y necrosis de las hojas, por lo que el crecimiento foliar es afectado (Moreno & Fischer, 2014).

En ese sentido si se sabe que en esas zonas donde se va plantar se va inundar no se debe hacerlo, puesto que ofrecerá plantas con baja calidad (Mera, 2022). Ya que la inundación afecta las condiciones de crecimiento y calidad de la plantación (Alván, 2008).

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El crecimiento inicial de plantaciones de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f ex Schum (Capirona) se vio afectado por el nivel de inundación, pues no permitió desarrollar la altura de las plantas, asimismo redujo el porcentaje de plantas con estado fitosanitario buenas y aumentó el porcentaje de plantas con estado fitosanitario regular.
- No existe una relación significativa entre el nivel de inundación y el DAP (diámetro a la altura de pecho) de los árboles de Capirona. Esto indica que el desarrollo diamétrico de los árboles no está influenciado por niveles de inundación.
- Existe una relación significativa entre el nivel de inundación y la altura de los árboles de Capirona. La relación es inversamente proporcional donde a mayor nivel de inundación, el crecimiento de los árboles disminuye.
- No existe una relación significativa entre el nivel de inundación y el diámetro al cuello de la raíz de los árboles de Capirona. Esto indica que el desarrollo diamétrico al cuello de la raíz no está influenciado por el nivel de inundación.
- No existe relación significativa entre la supervivencia y el nivel de inundación. Esto indica el porcentaje de plantas vivas y muertas no están influenciadas por el nivel de inundación.
- Existe relación significativa entre el porcentaje de plantas con estado fitosanitario bueno y el nivel de inundación, la relación es inversamente proporcional en donde a mayor nivel de inundación disminuye el número de plantas buenas o sanas; asimismo, existe relación significativa entre el porcentaje de plantas con estado fitosanitario regular y el nivel de inundación, la relación es directamente proporcional en donde a mayor nivel de inundación aumenta el porcentaje de plantas regulares.

5.2. Recomendaciones

- Replicar este estudio en otras áreas reforestadas que fueron afectadas por la inundación, permitirá ampliar conocimientos sobre esta problemática.

- Hacer estudio de suelo antes y después de las inundaciones para ver si el efecto es desfavorable en el terreno.
- Conocer el historial de los terrenos a plantar para evitar posteriores inundaciones a las plantas no sobrepase los 2 metros de altura de inundación.
- Tener en cuenta que los terrenos a plantar no tienen que ser muy cóncavos para evitar el encharcamiento de las plantaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acombamba. (2023). *Huancavelica: con madera decomisada construyen muebles para 64 comedores populares*. Obtenido de https://andina.pe/agencia/noticia-huancavelica-madera-decomisada-construyen-muebles-para-64-comedores-populares-895179.aspx

Alván, J. (2008). *Comportamiento de la regeneración natural de especies forestales de áreas inundables para establecer planes de manejo en cuencas hidrográficas,Loreto,Perú.* Para optar el grado de Doctor con mención en ciencias ambientales, Universidad Nacional de Trujillo.

Baluarte, J. (1995). Comportamiento fenologico preliminar de cuatro especies forestales de areas inundables. *Revista Folia Amazónica, Vol. 7*(Núm. 1-2), Pág. 205-217.

Baluarte, J., & Alván, J. (1995). Resultados preliminares sobre el crecimiento inicial de especies forestales en áreas inundables. *Revista Folia Amazónica, Vol. 7*(Núm. 1 - 2), pág. 179 - 185.

Baluarte, J., & Nebel, G. (2002). Incremento diamétrico de Guarea macrophylla VAHL. y Calycophyllum spruceanum (BENTHAM) HOOKER F.EX. SCHUMANN en bosques inundables de la amazonía peruana. *Revista Folia Amazónica, Vol. 13*(Núm. 1-2), Pág. 109 - 120.

Butrich, M. (2018). *El impacto de el niño costero (2016)/(2017) en los suelos agrícolas de la parte baja del valle del río Huarmey, Ancash.* Tesis para optar el título profesional de Geografía y Medio Ambiente, Pontificia Universidad Católica del Perú.

Cerón, Z. (2021). *Áreas potenciales para plantaciones forestales con especies nativas en la provincia de Talara - Piura.* Tesis para optar el título de Ingeniera Forestal, Universidad Nacional Agraria La Molina.

Cuellar, J., & Reyes, P. (2016). *¿Es la capirona Calycophyllum spruceanum una opción rentable para la promoción de plantaciones forestales en la amazonia?* XII Congreso Nacional Forestal, Instituto Nacional de Innovación Agraria.

De la Cruz, J., Moreno, L., & Magnitskiy, S. (2012). Respuesta de las plantas a estrés por inundacion. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, Vol. 6*(N° 1), Pág. 96 - 109.

De La Cruz, J., Moreno, L., & Magnitskiy, S. (2012). Respuesta de las plantas a estrés por inundación. *Revista colombiana de ciencias hortícolas, Vol. 6*(Núm. 1), Pág. 96 - 109.

Decarli, N. (1999). *El potencial de crecimiento radicular como predictor del comportamiento inicial de plantas de Eucalyptus nitens en terreno.* Para optar el título profesional de Ingeniero Forestal, Universidad de Concepción, Chile.

Díez, A. (2015). *Buscando riadas en los árboles: Dendrogeomorfología*. Obtenido de https://www.divulgameteo.es/Buscando-riadas-en-los-arboles-Dendrogeomorfologia/

El Peruano. (21 de agosto de 2022). *País*. Obtenido de Serfor registra más de 88 mil hectáreas de plantaciones forestales.

Espinosa, O. (2019). No hay tiempo conforme. Percepciones sobre el cambio climático en comunidades indígenas de la amazonia peruana. *Reevista Espacio y Desarrollo, Vol. N° 33*, Pág. 9 - 27. doi:https://doi.org/10.18800/espacioydesarrollo.201901.001

Flores, G., Paredes, E., Del Águila, R., Dávila, N., Dávila, A., & Del Castillo, D. (2023). Supervivencia de especies de plantas en bosques estacionalmente inundables en la Amazonía Peruana. *Revista Folia Amazónica, Vol. 32*(Núm. 1).

Flores, Y. (2019). *Fichas técnicas para plantaciones con especies nativas en zona de selva baja.* Instituto Nacional de Innovación Agraria.

Gable, M., & Womack, M. (2023). *Cómo cuidar las plantas dañadas por las inundaciones*. Obtenido de Noticias. Servicio de Informacion en Español: https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=56497

Hernández, R., Rada, F., & Silva, R. (2010). Crecimiento y desarrollo en plantas juveniles de Apamate (Tabebuia rosea(Bertol.)A.DC.) sometidas a inundación. *Pittieria, Vol. 34*, Pág. 113-126.

Herrera, A., Rengifo, E., & Tezara, W. (2010). Respuestas ecofisiológicas a la inundación en árboles tropicalestolerantes de un igapó. *Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente, Vol. 19*(Núm. 1), Pág. 37-51.

Jeschke, M. (2020). *CORTEVA agriscience*. Obtenido de Daños por inundaciones primaverales en el maíz.

Jorge Briceño y A&L. Gerencia Capirona. (14 de setiembre de 2015). *Capirona*. Obtenido de https://capirona.wordpress.com/

Maldonado, T. (23 de mayo de 2024). *Época de lluvias: impactos negativos de las preicpitaciones y cómo prevenir sus efectos en los cultivos agrícolas*. Obtenido de Meteored: https://www.meteored.cl/noticias/ciencia/epoca-de-lluvias-impactos-negativos-de-las-precipitaciones-y-como-prevenir-sus-efectos-en-los-cultivos-agricolas.html

Margarita, A., & Meza, G. (2021). *Diagnóstico en plantaciones forestales establecidas en comunidades del municipio el Castillo del departamento de Rio San Juan.* Trabajo de Tesis, Universidad Nacional Agraria, Managua.Nicaragua.

Mario. (2022). *Los bosques inundados en el Amazonas*. Obtenido de Biotopos, ecosistemas y hábitats: https://acuamundomexico.org/los-bosques-inundados-en-el-amazonas/

Mendoza, G., Morón, A., Gonzáles, M., Alayón, J., & Macario, P. (2020). La supervivencia y desarrollo de plántulas de Brosimum alicastrum (Moraceae) y Psidium sartorianum (Myrtaceae) difieren en condiciones de inundación. *Acta botánica mexicana*(Núm. 127). doi:https://doi.org/10.21829/abm127.2020.1548

Mera, I. (2022). *Evaluación fitosanitario de plantaciones de capirona (Calycophyllum spruceanum) en el caserío 3 de octubre, distrito de San Juan Bautista, Loreto, Perú,2021.* Tesís para optar el título profesional

de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos.

Montico, S. (2003). *Manejo de los suelos después de la inundación.* Publicación cuatrimestral, Universidad Nacional de Rosario. Facultad de Ciencias Agrarias.

Moreno, A., & Fischer, G. (2014). Efectos del anegamiento en los frutales. Una revisión. *Temas Agrarios, Vol. 19*(Núm. 1), Pág. 106 - 123.

Nebel, G., & Baluarte, J. (2002). Crecimiento de Virola pavonis (A.DC.)A.C. SMITH en bosques aluviales peruanos - resultados preliminares. *Revista Folia Amazónica, Vol. 13*(Núm. (1-2)), Pág. 175-182.

Peña, J. (2014). Respuesta molecular de las plantas ante el estrés por inundación: lecciones aprendidas del gen SUB1A. *Revista fitotecnia mexicana, Vol. 37*(Núm. 4).

Piedade, M., Ferreira, C., & Franco, A. (2010). Estrategias reproductivas de la vegetación y sus respuestas al pulso de la inundación en las zonas inundables de la Amazonia Central. *Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente, Vol. 19*(Núm. 1), Pág. 52-66.

Radio Nacional Perú. (2022). *Indeci recomienda medidas de preparación por crecida del río Ucayali*. Obtenido de https://www.radionacional.gob.pe/noticias/nacional/indeci-recomienda-medidas-de-preparacion-porcrecida-del-rio-ucayali

Romero, R., Silva, P., & Seguel, O. (2016). Anegamiento y su efecto sobre la fisiología, crecimiento y rendimiento de trigo en zonas mediterráneas manejadas en cero labranza. *Agro Sur, Vol. 44*(Núm. 1), Pág. 47 - 57.

Sánchez, J. (16 de Abril de 2018). *Ecología verde*. Obtenido de Causas y consecuencias de las inundaciones: https://www.ecologiaverde.com/causas-y-consecuencias-de-las-inundaciones-1282.html

Soudre, M. (2022). *Supervivencia de las plantaciones de "Capirona" instaladas en las CCNN de Roya y Callería.* Reporte de Asesoría, Pucallpa.

SPDA. (12 de Enero de 2022). *Cifra récord: en 2021 se registraron 19 mil hectéreas de plantaciones forestales en el país*. Obtenido de Actualidad Ambiental.

SPDA ACTUALIDAD AMBIENTAL. (18 de Febrero de 2021). *Madre de Dios: Comunidades nativas afectadas por intensas lluvias piden ayuda urgente*. Obtenido de https://www.actualidadambiental.pe/comunidades-nativas-inundadas-por-el-incremento-de-las-lluvias/

Torres, J. (2021). Factores ambientales y físicos que afectan la supervivencia de siete especies forestales en el Estado de México. *Revista Mexicana de ciencias forestales, Vol. 12*(Núm. 64).

Ugarte, L. (2007). *Tendencias en plantaciones forestales: Bolaina y Capirona.* III Convención Nacional Maderera, Centro Mundial para la Agroforestería, Pucallpa.

Ushiñahua, D. (2016). *Comportamiento fenológico preliminar de capirona en la provincia de San Martin, Región San Martín.* Hojaa dibulgativa N° 002 - 2016, Dirección de desarrollo tecnológico agrario.

Utia, L. (2021). *Influencia de micro zonas en capacidad de rebrotes Callycophyllum spruceanum Benth (capirona), Instituto Nacional de Innovación Agraria - Estación Experimental Agraria Pucallpa km 3.800 - Pucallpa, Región Ucayali 2015.* Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Forestal, Universidad Nacional de Ucayali.

Vásquez, L. (2011). *Cambio climático, incidencia de plagas y prácticas agroecológicas resilientes.* Instituto Naciona de Ciencias Agrícolas (INCA), La Habana.

Villacorta, E. (2021). *Análisis técnico y económico de dos modelos de establecimiento de plantaciones de marupa (Simarouba amara Aubl.), en el distrito de Campo Verde - Ucayali, 2020.* Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Forestal, Universidad Nacional de Ucayali.

Zapata, C. (2013). *Influencia edafoclimática en el desarrollo de plantaciones juveniles de Eucalyptus grandis en el suroccidente colombiano.* Tesis para optar el título de Magister en Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia.

ANEXOS

ANEXO 01

RECOLECCIÓN DE DATOS EN CAMPO

Imagen 01. Planta de *Calycophyllum spruceanum (Benth) Hook f ex Schum* Capirona.



Imagen 02. Medición de altura.



Imagen 03. Medición del DAP.



Imagen 04. Medición a la altura del cuello de la raíz.



Imagen 05. Plantación de *Calycophyllum spruceanum (Benth) Hook f ex Schum* capirona.



Imagen 06. Observación del estado fitosanitario de *Calycophyllum spruceanum (Benth) Hook f ex Schum* capirona.



Imagen 07. Descripción sanitaria de la *Calycophyllum spruceanum (Benth) Hook f ex Schum* capirona.



Imagen 08. Observación del ápice de *Calycophyllum spruceanum (Benth) Hook f ex Schum* capirona.



Imagen 09. Medición de la altura de inundación.



Imagen 10. Llenado del formato de recolección de datos.

