

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA**

**MENCIÓN: GESTIÓN DE BOSQUES TROPICALES**



**EFFECTO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE AMBIENTES Y TÉCNICAS DE  
SIEMBRA SOBRE EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE *Calycophyllum spruceanum*  
(Capirona) EN SUELOS INUNDABLES DE LORETO Y UCAYALI**

**Tesis**

**Para optar el grado académico de:**

**MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA,  
MENCIÓN: GESTIÓN DE BOSQUES TROPICALES**

**PRESENTADO POR:**

**INES MERCEDES DEL AGUILA FLORES**

**Tingo María – Perú**

**2024**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**UNIDAD DE POSGRADO**  
**DIRECCIÓN**



"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA  
CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"

**ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS**  
**Nro. 015-2024-UPG-FRNR-UNAS**

En la ciudad universitaria, siendo las 10:00 a.m. del martes 17 de diciembre de 2024, reunidos de manera presencial en el auditorio del segundo nivel de la Escuela de Posgrado de la UNAS, se instaló el Jurado Calificador a fin de proceder a la sustentación de la tesis titulada:

**"EFECTO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE AMBIENTES Y  
TÉCNICAS DE SIEMBRA SOBRE EL CRECIMIENTO DE PLANTAS  
DE *Calycophyllum spruceanum* (capirona) EN SUELOS INUNDABLES  
DE LORETO Y UCAYALI"**

A cargo del candidato al Grado de Maestro en Ciencias en Agroecología, mención:  
Gestión de Bosques Tropicales **DEL AGUILA FLORES, INES MERCEDES.**

Luego de la exposición y absueltas las preguntas de rigor, el Jurado Calificador procedió a emitir su fallo declarando **APROBADO** con el calificativo de **MUY BUENO** Acto seguido, a horas **11:32 a.m.** el presidente dio por culminada la sustentación; procediéndose a la suscripción de la presente acta por parte de los miembros del jurado, quienes dejan constancia de su firma en señal de conformidad.

.....  
Dr. LADISLO RUIZ RENGIFO  
Presidente del Jurado

.....  
Ph. D. LUIS ALBERTO VALDIVIA ESPINOZA  
Miembro del Jurado

.....  
Dr. RONALD HUGO PUERTA TUESTA  
Miembro del Jurado

.....  
Dr. KLAVERH VARGAS CLEMENTE  
Asesor





“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

## CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 068 - 2025 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

### CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Maestría en Gestión de Bosques Tropicales

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
EFFECTO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE AMBIENTES Y TÉCNICAS DE SIEMBRA SOBRE EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE <i>Calycophyllum spruceanum</i> (capirona) EN SUELOS INUNDABLES DE LORETO Y UCAYALI	INES MERCEDES DEL AGUILA FLORES	<b>23 %</b> <b>Veintitrés</b>

Tingo María, 07 de marzo de 2025

  
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN  
Dr. Tomas Menacho Maltqui  
JEFE

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

## ESCUELA DE POSGRADO

### MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA

#### MENCIÓN: GESTIÓN DE BOSQUES TROPICALES



#### EFFECTO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE AMBIENTES Y TÉCNICAS DE SIEMBRA SOBRE EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE *Calycophyllum spruceanum* (Capirona) EN SUELOS INUNDABLES DE LORETO Y UCAYALI

<b>Autora</b>	: Ing. Ines Mercedes Del Aguila Flores
<b>Asesor(es)</b>	: Dr. Ytavclerh Vargas Clemente. Ing. MSc. Wilson Francisco Guerra Arévalo.
<b>Programa de investigación</b>	: Deforestación y cambio climático
<b>Línea de investigación</b>	: Restauración de ecosistemas.
<b>Eje temático</b>	: Reforestación
<b>Lugar de ejecución</b>	: Lorero y Ucayali
<b>Duración del trabajo</b>	: <b>Fecha de inicio:</b> 15/08/2021 <b>Término:</b> 15/03/2023
<b>Financiamiento</b>	: 92 076,6 soles
<b>FEDU</b>	: No
<b>Propio</b>	: No



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María



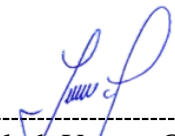
## VICERRECTORADO DE INVESTIGACION DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

“Promoviendo la Calidad de la Investigación”

### REGISTRO DE PROYECTO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO ACADEMICO DE MAESTRO, INVESTIGACION DOCENTE

<b>Universidad</b>	: Universidad Nacional Agraria de la Selva
<b>Escuela de posgrado</b>	: EPG-UNAS
<b>Posgrado</b>	: Maestría en: Ciencias en Agroecología
<b>Mención Objetivo General</b>	: Gestión de Bosques Tropicales : Determinar el efecto de los diferentes tipos de ambientes y técnicas de siembra sobre el crecimiento de plantas de <i>C. spruceanum</i> en suelos inundables de Loreto y Ucayali.
<b>Autor de la Tesis</b>	: Ing. Ines Mercedes Del Aguila Flores
<b>DNI</b>	: 71741211
<b>Correo Electrónico</b>	: ines.delaguila@unas.edu.pe
<b>Asesores de Tesis</b>	: 1. Dr. Ytavclerh Vargas Clemente : 2. Ing. MSc. Wilson Francisco Guerra Arévalo
<b>Área de Investigación</b>	: Gestión de Bosques y Plantaciones Forestales
<b>Grupo de Investigación</b>	: Gestión de Bosques y Plantaciones Forestales
<b>Línea de Investigación</b>	: Silvicultura, dendrología, manejo y ordenación forestal.
<b>Lugar de Ejecución</b>	: Lorero y Ucayali
<b>Fecha de inicio</b>	: 15/08/2021
<b>Fecha de termino</b>	: 15/03/2023
<b>Presupuesto</b>	: S/. 92 076,6.00
<b>Financiamiento</b>	: Propio ( ) FEDU ( ) Externo ( X )

-----  
  
Ing. Ines Mercedes Del Aguila Flores  
Tesisista

-----  
  
Dr. Ytavclerh Vargas Clemente  
Asesor

## **DEDICATORIA**

A Carlos Del Aguila Arce, mi padre por su amor, comprensión y por estar presente en cada logro de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Programa Nacional de Investigación Científica y Estudios Avanzados (PROCIENCIA), al Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT), a las autoridades y representantes del Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (IIAP) por el financiamiento del proyecto “Desarrollo de tecnologías para instalación y manejo de plantaciones de capirona, y valor de uso de madera de manchales en zonas ribereñas inundables temporalmente de la cuenca amazónica”, mediante Contrato N° 054-2021-FONDECYT.

A las autoridades y representantes de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS).

A los catedráticos que contribuyeron en mi formación profesional.

Al Dr. Ytavclerh Vargas Clemente y al MSc. Wilson Francisco Guerra Arévalo por la asesoría y apoyo brindado durante la ejecución del presente trabajo de investigación.

A mis familiares y amigos que cooperaron en diferentes momentos para lograr los objetivos de esta investigación.

## ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Objetivo general: .....	2
1.2. Objetivos específicos: .....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Marco teórico.....	3
2.1.1. Generalidades de <i>C. spruceanum</i> .....	3
2.1.2. Técnicas de siembra.....	7
2.1.3. Luminosidad y sombra en plantaciones.....	8
2.1.4. Sotobosque.....	9
2.2. Conceptos generales .....	10
2.2.1. Altura de planta.....	10
2.2.2. Diámetro de planta.....	10
2.2.3. Clorofila.....	11
2.2.4. Área foliar .....	12
2.2.5. Nitrógeno en las plantas.....	12
2.2.6. Suelo aluvial .....	12
2.3. Estado del arte.....	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	17
3.1. Lugar de ejecución.....	17
3.1.1. Parcela experimental - Jenaro Herrera.....	17
3.1.2. Parcela experimental - Nueva Esperanza de Panaillo.....	17
3.2. Material y métodos .....	18
3.2.1. Materiales y equipos .....	18
3.2.2. Metodología.....	18
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	25
4.1. Crecimiento de plantas de <i>C. spruceanum</i> en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra en suelos temporalmente inundables .....	25
4.1.1. Altura (cm) de <i>C. spruceanum</i> - Jenaro Herrera, Loreto .....	25
4.1.2. Diámetro (cm) de <i>C. spruceanum</i> - Jenaro Herrera, Loreto .....	27
4.1.3. Altura (cm) de <i>C. spruceanum</i> - Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali.....	29

4.1.4. Diámetro (cm) de <i>C. spruceanum</i> - Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali .....	30
4.2. Crecimiento foliar de plantas de <i>C. spruceanum</i> en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra en suelos temporalmente inundables .....	33
4.2.1. Clorofila (nm) en <i>C. spruceanum</i> - Jenaro Herrera, Loreto.....	33
4.2.2. Área foliar (cm <sup>2</sup> ) en <i>C. spruceanum</i> - Jenaro Herrera, Loreto .....	35
4.2.3. Clorofila (nm) de <i>C. spruceanum</i> - Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali .....	37
4.2.4. Área foliar (cm <sup>2</sup> ) de <i>C. spruceanum</i> - Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali .....	39
4.3. Análisis de la tasa de mortalidad de plantas de <i>C. spruceanum</i> en suelos temporalmente inundables en Jenaro Herrera (Loreto) y Nueva Esperanza de Panaillo (Ucayali).....	41
4.3.1. Tasa de mortalidad en <i>C. spruceanum</i> - Jenaro Herrera, Loreto .....	41
4.3.2. Tasa de mortalidad de <i>C. spruceanum</i> - Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali .....	42
V. CONCLUSIONES .....	43
VI. PROPUESTAS A FUTURO.....	44
VII. REFERENCIAS .....	45
ANEXOS .....	52

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Esquema del ANVA para el DBCA para parcelas subdivididas.....	23
2. ANVA para datos de altura (cm) de <i>C. spruceanum</i> en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Jenaro Herrera, Loreto.....	25
3. Prueba de Scott & Knott para datos de altura (cm) de <i>C. spruceanum</i> en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Jenaro Herrera, Loreto. ....	26
4. ANVA para datos de diámetro (cm) de <i>C. spruceanum</i> en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Jenaro Herrera, Loreto.....	27
5. Prueba de Scott & Knott para datos de diámetro (cm) de <i>C. spruceanum</i> en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Jenaro Herrera, Loreto. ....	28
6. ANVA para datos de altura (cm) de <i>C. spruceanum</i> en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali.....	29
7. Prueba de Scott & Knott para datos de altura (cm) de <i>C. spruceanum</i> en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali. ....	29
8. ANVA para datos de diámetro (cm) de <i>C. spruceanum</i> en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali. ....	31
9. Prueba de Scott & Knott para datos de diámetro (cm) de <i>C. spruceanum</i> en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali. ....	31
10. ANVA para datos de clorofila (nm) de <i>C. spruceanum</i> en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Jenaro Herrera, Loreto.....	33
11. Prueba de Scott & Knott para datos de clorofila (nm) de <i>C. spruceanum</i> en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Jenaro Herrera, Loreto. ....	34
12. ANVA para datos de área foliar (cm <sup>2</sup> ) de <i>C. spruceanum</i> en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Jenaro Herrera, Loreto.....	35
13. Prueba de Scott & Knott para datos de área foliar (cm <sup>2</sup> ) de <i>C. spruceanum</i>	

	en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Jenaro Herrera, Loreto. ....	36
14.	ANVA para datos de clorofila (nm) de <i>C. spruceanum</i> en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali. ....	37
15.	Prueba de Scott & Knott para datos de clorofila (nm) de <i>C. spruceanum</i> en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali. ....	38
16.	ANVA para datos de área foliar (cm <sup>2</sup> ) de <i>C. spruceanum</i> en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali. ....	39
17.	Prueba de Scott & Knott para datos de área foliar (cm <sup>2</sup> ) de <i>C. spruceanum</i> en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali. ....	40
18.	Tasa de mortalidad (%) en <i>C. spruceanum</i> en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Jenaro Herrera, Loreto. ....	41
19.	Tasa de mortalidad (%) en <i>C. spruceanum</i> en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali. ....	42
20.	Número de plantas de <i>C. spruceanum</i> vivos por tipo de ambiente y técnica de siembra en Jenaro Herrera, Loreto. ....	61
21.	Número de plantas de <i>C. spruceanum</i> vivos por tipo de ambiente y técnica de siembra en Panaillo, Ucayali. ....	61
22.	Criterios para la toma correcta de muestras de suelo. ....	62
23.	Valores para la interpretación de análisis de suelo. ....	63
24.	Resultados de análisis del suelo para las parcelas de Jenaro Herrera Loreto y Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali. ....	64
25.	Puntos GPS de muestreo de suelos. ....	65
26.	Matriz de consistencia. ....	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Interacción tipo de ambiente y técnica de siembra respecto de altura - Jenaro Herrera, Loreto. ....	26
2. Interacción tipo de ambiente y técnica de siembra respecto al diámetro - Jenaro Herrera, Loreto.....	28
3. Interacción tipo de ambiente y técnica de siembra respecto a la altura, Nueva Esperanza de Panaiillo, Ucayali. ....	30
4. Interacción tipo de ambiente y técnica de siembra respecto al diámetro - Nueva Esperanza de Panaiillo, Ucayali.....	32
5. Interacción tipo de ambiente y técnica de siembra respecto a la clorofila (nm) - Jenaro Herrera, Loreto.....	34
6. Interacción tipo de ambiente y técnica de siembra respecto al área foliar (cm <sup>2</sup> ) - Jenaro Herrera, Loreto. ....	36
7. Interacción tipo de ambiente y técnica de siembra respecto a la Clorofila - Nueva Esperanza de Panaiillo, Ucayali.....	38
8. Interacción tipo de ambiente y técnica de siembra respecto al área foliar (cm <sup>2</sup> ) - Nueva Esperanza de Panaiillo, Ucayali.....	40
9. Germinación de <i>C. spruceanum</i> en cama de almácigo. ....	53
10. Plántones de <i>C. spruceanum</i> en vivero. ....	53
11. Traslado de plántones de <i>C. spruceanum</i> en camioneta.....	54
12. Traslado de plántones <i>C. spruceanum</i> en bote.....	54
13. Tipo de ambiente - Campo abierto. ....	55
14. Tipo de ambiente - Sombra media. ....	55
15. Tipo de ambiente - Sotobosque. ....	56
16. Plantas de <i>C. spruceanum</i> a 16 meses de establecido al voleo en campo abierto en Panaiillo, Ucayali.....	56
17. Medición de variable de diámetro en plantas de <i>C. spruceanum</i> .....	57
18. Medición de variable de altura en plantas de <i>C. spruceanum</i> . ....	57
19. Medición de variable de altura en plantas de <i>C. spruceanum</i> . ....	58
20. Muestreo de suelos en las diferentes parcelas de investigación.....	58
21. Mapa de ubicación de parcelas en Jenaro Herrera, Loreto.....	59
22. Mapa de ubicación de parcelas en Nueva Esperanza de Panaiillo, Ucayali.....	60

23.	Croquis de distribución de plantones de <i>C. spruceanum</i> en los diferentes tipos de ambientes. ....	66
24.	Flujograma del desarrollo de la investigación.....	68

## RESUMEN

El estudio se enfocó en determinar el efecto de los diferentes tipos de ambientes y técnicas de siembra sobre el crecimiento de plantas de *Calycophyllum spruceanum* en suelos inundables de Loreto y Ucayali, para lo cual se estableció dos parcelas experimentales que se ubicaron en el distrito Jenaro Herrera de la región Loreto y en el centro poblado Nueva Esperanza de Panaillo de la región Ucayali; se consideró como factores de estudio al tipo de ambiente (Campo abierto, sombra media y sotobosque) y a la técnica de siembra (Al voleo, pan de tierra y raíz desnuda) distribuido bajo un diseño experimental en arreglo de parcelas divididas, siendo medidas la altura, diámetro, clorofila, área foliar y mortalidad a 16 meses de establecido el experimento. Entre los resultados se resalta que en ambos lugares la altura, diámetro, clorofila y área foliar fueron favorecidos al establecer a campo abierto, mientras que en el caso de la técnica de siembra no se encontró promedio sobresaliente en alguna técnica en específico; para el caso de la mortalidad, los valores fueron elevados al utilizar la técnica de siembra donde empleaban plantones a raíz desnuda, siendo notorio dicha observación en todos los tipos de ambientes y en los dos lugares donde se establecieron las parcelas. Se concluye que, mayor efecto en el crecimiento de las plantas de *C. spruceanum* al emplear plantones producidos mediante pan de tierra y establecidos a campo abierto.

**Palabras clave:** Altura, área foliar, clorofila, diámetro, iluminación.

**The Effect of Different Types of Environments and Planting Techniques on the Growth of *Calycophyllum spruceanum* (Capirona) Plants in the Floodplains of Loreto and Ucayali**

**Abstract**

The focus of the study was on determining the effect of the different types of environments and planting techniques on the growth of *Calycophyllum spruceanum* plants in the floodplains of Loreto and Ucayali, [Peru]; for which, two experimental plots were established that were located in the Jenaro Herrera district of the Loreto region and in the town of Nueva Esperanza de Panaillo in the Ucayali region. The factors that were considered in the study were the environment (open field, half shade and undergrowth) and the planting technique (random, root ball and bare root), distributed in an experimental design with a divided plot arrangement; where the measurements were [taken of the] height, diameter, chlorophyll, foliar area and death rate at sixteen months after the experiment was started. Among the results, it stood out that in both locations the height, diameter, chlorophyll and foliar area favored the plants that were established in the open field; meanwhile, in the case of the planting technique, it was not found that an average stood out for a specific planting technique. In the case of the mortality rate, the values were elevated from using the bare roots planting technique; this observation was notorious in all of the types of environments and in the locations where the plots were established. It was concluded that the greatest effect on the growth of *C. spruceanum* plants when using seedlings [that were] produced using the root ball and [when] established in an open field.

**Keywords:** height, foliar area, chlorophyll, diameter, illumination

## I. INTRODUCCIÓN

La demanda nacional e internacional de la madera de *Calycophyllum spruceanum* (Capirona) tiene una tendencia creciente, tanto por sus características tecnológicas, como por su bajo costo. En los últimos años, la producción de madera aserrada de *C. spruceanum* se ha encontrado entre las 10 primeras especies comerciales. Los usos de la madera de *C. spruceanum* son muy diversos, tales como madera estructural para la construcción, machihembrado para revestimiento, pisos, muebles y artículos deportivos).

Respecto al problema científico, la gran demanda de madera de *C. spruceanum* en la actualidad, está ocasionando que los capironales, sufran una fuerte presión por tala ilegal, cambio de uso del suelo y por la explosión demográfica. Por lo que su permanencia y regeneración natural están siendo amenazadas por la tala de los árboles incluidos los semilleros por lo que la dispersión de semillas es afectada significativamente.

El aprovechamiento de la especie sin ningún criterio silvicultural y la deforestación por el avance de la agricultura temporal para aprovechar la fertilidad de los suelos inundables ha causado el rompimiento del equilibrio ecológico, por lo que se ha formado diferentes ambientes desde doseles totalmente cerrados hasta claros formados por chacras que superan más de la hectárea, dificultado el crecimiento natural de los capironales.

Los productores forestales han tratado de recuperar los manchales de *C. spruceanum*, sin embargo, no han tenido éxito debido a la ausencia de técnicas adecuadas para el repoblamiento de la especie teniendo en consideración los diferentes ambientes y o formaciones boscosas formados por la acción antrópica que se ha venido dando desde hace varios años, además, los capironales requieren de especial atención para su manejo, uso y conservación para garantizar el éxito de las plantaciones tradicionales y promover el repoblamiento y recuperación de los manchales de *C. spruceanum* inundables de la Amazonía.

Por tal motivo, ¿Qué efecto produce los diferentes tipos de ambientes y las técnicas de siembra en el crecimiento de plantas de *C. spruceanum* en suelos inundables de Loreto y Ucayali?

Este estudio llenará un vacío en la literatura científica sobre el manejo de *C. spruceanum* en condiciones de suelos inundables, un tema poco explorado a pesar de su importancia para la reforestación y el manejo sostenible de los bosques amazónicos. La investigación contribuirá a generar información clave sobre las interacciones entre los tipos de ambiente (intensidad de la inundación, características del microclima) y las técnicas de siembra (distancias de plantación

y preparación del terreno), proporcionando bases científicas para futuras investigaciones y proyectos de manejo forestal.

El resultado generado por el estudio puede ser transferido a agricultores, técnicos forestales y gestores de recursos naturales, promoviendo la adopción de prácticas sostenibles y mejorando los medios de vida locales.

La hipótesis considerada radica en que, los diferentes tipos de ambientes y técnicas de siembra producen efectos diferentes sobre el crecimiento de las plantas de *C. spruceanum* establecidas en zonas temporalmente inundables de Loreto y Ucayali.

### **1.1. Objetivo general:**

- Determinar el efecto de los diferentes tipos de ambientes y técnicas de siembra sobre el crecimiento de plantas de *C. spruceanum* en suelos inundables de Loreto y Ucayali.

### **1.2. Objetivos específicos:**

- Determinar el crecimiento de plantas de *C. spruceanum* en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra en suelos temporalmente inundables de Loreto y Ucayali.
- Determinar el crecimiento foliar de plantas de *C. spruceanum* en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra en suelos temporalmente inundables de Loreto y Ucayali.
- Calcular la tasa de mortalidad de plantas de *C. spruceanum* en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra en suelos temporalmente inundables de Loreto y Ucayali.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Marco teórico

#### 2.1.1. Generalidades de *C. spruceanum*

##### 2.1.1.1. Silvicultura de la *C. spruceanum*

La especie *C. spruceanum*, se caracteriza por ser pionera, pertenece a la familia Rubiácea y es un árbol recto de hasta 30 m de altura con copa heterogénea; es fácilmente reconocible por su tronco liso y brillante, de coloración rojizo, verdusco a grisáceo, con ritidoma coriáceo, caduco anualmente; sus hojas son simples, opuestas y pecioladas; sus flores son pequeñas, blancas y aromáticas. La madera tiene densidad 0,76 g cm<sup>3</sup>, por lo que es utilizada localmente como leña y madera redonda para construcciones rurales (Baluarte y Nebel, 2002).

Esta especie se distribuye en toda la región tropical de Latinoamérica, desde 0 a 1 000 m.s.n.m., iniciando de Bolivia hasta la Amazonía brasileña y peruana, particularmente habita en suelos fértiles recientemente intervenidas y ocasionalmente inundadas, es una especie gregaria dado que a lo largo del río forman bosques llamados “capironales” (Spichiger et al., 1990).

En la Amazonía Peruana, Reynel et al. (2003) refieren que la especie *C. spruceanum* se encuentra por debajo de los 1 200 m.s.n.m., en bosques secundarios, aunque también se reportan en bosques primarios. En el mismo sentido, Sears et al. (2002) agregan que es una especie característica de bosques ribereños temporalmente inundables por aguas claras.

Según Loyola (2019), *C. spruceanum* es una especie heliófita que necesita de luminosidad en claros pequeños para germinar, crecer y alcanzar estratos superiores, además de suelos aluviales fértiles y temporalmente inundables.

Según Reynel et al. (2003), *C. spruceanum* es llamada comúnmente "capirona" o "capirona negra"; Castillo y Nalvarte (2007) la denominan "Capirona de altura" y "Capirona de hoja menuda". Reynel et al. (2003) describen a la especie como árbol de 20 a 35 m de altura, de 50 - 120 cm de diámetro, con fuste recto, cilíndrico regular y con copa en el último tercio.

La corteza externa es lisa, de color verde muy característico, es homogénea, tersa y lustrosa, dando la impresión de un poste pulido, posee un ritidoma papiráceo rojizo que se desprende en placas grandes e irregulares. La corteza interna es homogénea, muy delgada, de 1-2 mm de espesor y de color crema verdusco. La ramita terminal,

presenta hojas simples, opuestas decusadas, elípticas u oblongas con base obtusa, la nerviación es pinnada; posee inflorescencia en cimas terminales de 10-15 cm de longitud, con varias flores hermafroditas de 1,0-1,5 cm de longitud, con cáliz y corola presentes; frutos de tipo cápsula, pequeñas, elipsoide-alargadas, de 5-8 mm de longitud pubescentes en su superficie (Reynel et al. 2003).

Reynel et al. (2003) mencionan que la distribución de la especie se da en toda la Amazonía, hasta el sur de Brasil y Bolivia, debajo de los 1200 m.s.n.m. Así mismo, la especie *C. spruceanum* es tolerante a las inundaciones y malezas temporales con establecimiento en sombra inicial. Tiene la habilidad de distribuir la clorofila por su corteza, fácil regeneración, rebrote por tocones, autopoda (Palomino & Barra, 2003).

Flores (1994), investigó el crecimiento en altura de *C. spruceanum* hallando crecimiento medio de 10 cm a 60 días de su establecimiento en campo, considerándose un crecimiento rápido comparado con otras especies maderables, proyectando a los 12 meses un crecimiento promedio de altura de 60 cm y 3 metros aproximadamente a los 60 meses.

Couturier y Gonzales (1994) refieren que, a un año de establecido *C. spruceanum* muestra un crecimiento en altura 4,50 m. con un Dap 4,20 cm y a los 2 años 7 m con un Dap 7,70 cm.

La especie *C. spruceanum* está considerada como buena alternativa para la recomposición de la vegetación en áreas degradadas, ya que posee una gran capacidad para almacenar dióxido de carbono, por lo que podría ser aprovechada con fines de reforestación, contribuyendo de esta forma a los esfuerzos mundiales para la mitigación del cambio climático (Díaz, 2021).

#### **2.1.1.2. Semilla de *C. spruceanum***

Presenta semillas pequeñas, comprimidas con forma alada y alargadas laterales; de 2,3 mm de largo (sin alas), 4-8 mm de largo con alas); 500 000 semillas aproximadamente; 1 semilla = 0,002 mg (Sotelo, et al. 2000). El tiempo de conservación de la semilla en condiciones naturales es de 6 meses y en refrigeración no más de 12 meses (Sotelo et al., 2000).

La floración y fructificación ocurren todos los años. La floración dura de 2 a 4 meses (marzo a junio). Posteriormente las flores caen y aparecen los frutos en forma de cápsulas alargadas de color verde amarillento. La maduración de los frutos dura 3 a 5 meses y la diseminación de semillas inicia en agosto, pero alcanza su máxima intensidad en los meses de septiembre y octubre, a fines de la época seca (Flores, 2019).

El proceso de colecta de semillas de *C. spruceanum* iniciará durante el período de diseminación de la especie durante los meses de agosto, septiembre y octubre (Flores, 2019).

#### **2.1.1.3. Germinación de semillas de *C. spruceanum***

Para Díaz (2001), el porcentaje de germinación de semillas frescas en condiciones de vivero es de 87%; de igual manera Reynel et al. (2003), indican que el poder germinativo es de 80-90% con semillas frescas, además menciona que la germinación, se inicia a los 3-5 días de la siembra, mientras que Flores (2002) indica que la germinación suele ocurrir entre 15 a 40 días después del almácigado y que no requiere tratamiento pre germinativo.

Díaz (2001), realizó propagación por semilla directamente a campo definitivo y determinó que la germinación fue de 46,67% en suelo mineral con cobertura de plantación de arroz y 37,17% en suelo mineral sin ningún tipo de cobertura. Flores (2019) reportó que la germinación ocurre entre los 25 hasta los 40 días aproximadamente.

#### **2.1.1.4. Crecimiento de plantas de *C. spruceanum***

*C. spruceanum* es una especie heliófita, de rápido crecimiento que se encuentra presente en los bosques aluviales y secundarios de la Amazonía peruana, puede incrementar entre 4 a 6 milímetros su DAP anualmente (Ushiñahua, 2016).

Flores (1994) evaluó el incremento de altura, encontrando un promedio 0,10 m en dos meses de plantación, considerándose un incremento rápido comparativo con otras especies maderables como el tornillo y la caoba, estimando que al año tendrá un incremento promedio de altura de 0,60 m y en 5 años aproximadamente 3,0 m.

La especie forestal *C. spruceanum* cuando presenta un año de plantado tiene la altura total de 4,50 m y a dos años 7 m, siendo su DAP de 4,20 cm y 7,70 cm respectivamente (Couturier y Gonzales, 1994). Con semillas de varias procedencias en la amazonia peruana hubo crecimientos en altura de 1,4-1,6 m a 6 meses y 3,5 – 4,7 m al año (Sotelo et al., 2000).

*C. spruceanum* se regenera bien tanto en las zonas más altas llanuras aluviales, así como en áreas de quema y quema y áreas abandonadas para la agricultura, y en bosques de tierras altas, donde logra gracias a su eficiente sistema de dispersión por el viento y el agua (Castilho, 2011), pero es necesario someterlos a acciones de raleo para facilitar y garantizar la producción de madera (Freitas et al., 2021). En la región Ucayali, Córdova et al. (2023) registraron indicios de que el área foliar de esta especie presentaba una relación inversa alta con la densidad de estomas.

#### 2.1.1.5. Importancia de la *C. spruceanum*

*C. spruceanum* es un árbol característico en bosques ribereños temporalmente inundables y en zonas ribereñas, tolera la pedregosidad elevada (Reynel et al., 2003).

En los bosques de llanura aluvial estuarina de Amapá (Brasil) *C. spruceanum* posee importancia socioeconómica. Esta especie representa alrededor del 20% de los ingresos brutos anuales por la venta de madera en tierras bajas en los municipios de Macará y Santana, ciudades que concentran alrededor del 90% de la población de Amapá (Guedes et al., 2012; Castillo, 2013), por lo que se ubica entre las cinco especies más explotadas por habitantes de las riberas (Queiroz y Machado, 2007). La extracción de la especie proviene principalmente de pequeñas áreas de agricultura migratoria abandonada que se convierten en bosques secundarios. Para preparar la quema, se suelen quemar las zonas favoreciendo la rotura de latencia de semillas con alta regeneración natural de palo-mulato, en contraste con su baja densidad natural se encuentra en los bosques naturales (Castillo, 2013).

Entre las especies forestales más utilizadas en la llanura aluvial, *C. spruceanum* destaca por su madera resistente, ampliamente utilizado en la construcción civil. Esta especie ocurre naturalmente en la región amazónica, en el bosque de llanura aluvial inundado periódicamente en las orillas de los ríos, generalmente en agrupaciones casi homogéneas (Lorenzi, 1992). Algunos estudios y observaciones socioeconómicas han demostrado que los ingresos familiares de comunidades ribereñas del estado de Amapá dependen de la producción forestal y agroforestal (Queiroz & Muschietti, 2000). También hay estudios que indican que el palo mulato se regenera bien en zonas más altas de las llanuras aluviales como en los campos de cultivo y las zonas agrícolas abandonadas, y en los bosques de las tierras altas, donde lo consigue gracias a su eficiente sistema de dispersión por viento y agua.

En el estuario del Amazonas, *C. spruceanum* es utilizada para la producción de madera. Siempre se encuentra entre las cuatro especies más aserradas por los habitantes de las riberas en las llanuras aluviales del Estado de Amapá (Queiroz & Machado, 2007).

Sin embargo, pocos estudios se han llevado a cabo sobre la dinámica de crecimiento y regeneración de la especie en ecosistemas de llanuras aluviales, donde ocurre y se regenera naturalmente, principalmente en áreas de agricultura migratoria. Todavía no hay recomendaciones sobre las técnicas para manejar la abundante regeneración de *C. spruceanum* en llanuras aluviales estuarinas, con el objetivo de su uso para la composición

de sistemas agroforestales (SAF) en esta región (Queiroz & Machado, 2007).

A la fecha no se cuenta con plantaciones de nivel comercial, solo se cuenta para el desarrollo de investigación, siendo la producción de madera procedente de regeneración natural; insuficiente para cubrir las necesidades crecientes de la industria (Ushiñahua, 2016).

Entre las especies forestales utilizadas en medios como la várzea, *C. spruceanum* destaca por su madera resistente, muy utilizada en la construcción civil. Esta especie ocurre naturalmente en la región amazónica, en el bosque de planicie inundable periódicamente a orillas de los ríos, generalmente en agrupaciones casi homogéneas (Lorenzi, 1992).

Sin embargo, se han realizado pocos estudios sobre la dinámica de crecimiento y regeneración de *C. spruceanum* en ecosistemas de planicie aluvial, donde se presenta y regenera de forma natural, principalmente en áreas de agricultura migratoria preparadas con tala y quema. Todavía no hay recomendación sobre técnicas de manejo para la regeneración abundante del palo mulato en llanuras aluviales estuarinas (Castilho et al 2011).

## **2.1.2. Técnicas de siembra**

### **2.1.2.1. Al voleo**

Este método ha sido usado por los productores agropecuarios para la siembra de granos finos de especies forrajeras y gramíneas. Es un método sencillo, rápido, que puede realizarse de forma manual o mecánica, su éxito depende de la uniformidad en la distribución de las semillas en campo, evitando áreas con exceso de semillas (Díaz, 2021). Esto se puede lograr adicionando y mezclando las semillas con arena, tierra fina seca u otros materiales de similar peso, con el propósito de aumentar el volumen del material a distribuir. La correcta distribución de las plantas facilita la penetración de luz, lo que aumenta el porcentaje de asimilar CO<sub>2</sub> y con ello la productividad final (Díaz, 2021). Además, Díaz-Soria et al. (2021) consideran que este método de siembra es favorable para la propagación de *C. spruceanum*.

### **2.1.2.2. Raíz desnuda**

Son plantas que se producen en camas de almácigo, suelo o algún tipo de sustrato al aire libre. Por lo tanto, cuando se extraen del medio en que se encuentran sembradas para ser llevadas al sitio de plantación, se desprenden sus raíces del suelo quedando descubiertas. Este sistema tiene ventajas ya que las plantas al ser muy ligeras facilitan el transporte, pero, los dos principales problemas son mantener la fertilidad del suelo en las camas y el traslado de las plantas desde el vivero al campo (Castilho, 2013).

### **2.1.2.3. Pan de tierra**

Es una técnica de propagación recomendable para especies que no toleran exposición de raíces al aire, tiene mayor prendimiento en el campo definitivo, mayor producción de plántulas en menor superficie de vivero facilita la remoción de plantas, las desventajas son alto costo de producción, transporte y distribución de plantas en el lugar a plantar, mayor riesgo de enrollamiento y deformación de raíces (Oliva et al., 2014).

Por lo general, la técnica más utilizada de propagación de la especie es a través de su germinación en bolsas plásticas rellenas con pan de tierra, tierra aluvial, tierra agrícola y arena, aclimatándose en viveros, para luego ser trasladadas a su lugar definitivo cuando las plantas han alcanzado una altura determinada (Díaz, 2021).

### **2.1.3. Luminosidad y sombra en plantaciones**

Delgado (2014), menciona que, en el bosque húmedo tropical en general, la luz es uno de los factores que más afecta la supervivencia y crecimiento de las plántulas (también llamadas regeneración natural).

La luz está relacionada con varios procesos relacionados con el crecimiento de la planta y por lo tanto, su suministro para la emisión de raíces es de fundamental importancia. Es indispensable para la síntesis de carbohidratos que son fuentes de energía y esqueletos de carbono necesarios para la formación de nuevos tejidos para material vegetativo (Davies, 1987; Hartmann et al., 1997).

La radiación solar es el principal factor que determina el microclima del cultivo, su energía condiciona la fotosíntesis, temperatura del aire, del suelo y la evapotranspiración, de tal manera que la intensidad de la radiación, el grado de interceptación y la eficiencia en el uso de la energía radiante son determinantes en la tasa de crecimiento de las plantas las cuales se verán afectados por la calidad, la intensidad y la duración de luz dependiendo de la variedad, especie o cultivar (Jaramillo et al., 2006).

Ramírez (2017), menciona que, según la cantidad y calidad de la sombra, será las condiciones que se producen en el microclima de la plantación, con influencia en las características químicas y físicas de los suelos y papel fundamental en los procesos fisiológicos de la planta como la fotosíntesis, crecimiento, floración y fructificación.

Los principales efectos de los árboles de sombra sobre la fisiología de los cultivos están asociados con la disminución de las velocidades del viento y las fluctuaciones de temperatura, aumento de la humedad relativa del aire y cambios en la rugosidad aerodinámica del área cultivada (DaMatta y Cochicho, 2006).

Según Aranda et al. (2005) la luz y el agua son dos de los factores

ambientales importantes que afectan el crecimiento de las plantas y el rendimiento, la respuesta funcional de las plantas a la combinación de sombra y la sequía implica cambios bioquímicos, fisiológicos y estructurales cambios en los niveles de la hoja y de toda la planta.

Los factores climáticos más importantes para el crecimiento de las plantas son la luz y la temperatura (Fairbairn y Neustein, 1970; Roe et al., 1970; Daniel et al., 1983). Diversos estudios han demostrado que existe un rango de intensidad de luz en el cual prospera y crece mejor una determinada especie, dando como resultado diferentes comportamientos en el patrón de crecimiento de las especies en su etapa juvenil y adulta. Por regla general, la mayoría de las plántulas de las especies forestales alcanzan su máximo crecimiento en altura bajo intensidades de luz menores al 100% de la luz solar directa; diversos experimentos realizados en vivero y laboratorio fundamentan este fenómeno (Solorzano 2014).

#### **2.1.4. Sotobosque**

El sotobosque es un componente integral de ecosistemas forestales que generalmente soportan una gran fracción de la diversidad florística total de la comunidad. Las condiciones particulares de los ambientes de sotobosque son fundamentales para la ocurrencia de procesos de los que depende el futuro de todo el bosque, como por ejemplo la germinación de plantas enraizadas en el suelo muchas de las cuales son árboles que pasarán a determinar la estructura de la selva varias décadas después (Acevedo, 2003).

En el bosque tropical hay muchas características abióticas y bióticas del dosel que son diferentes a las que podemos encontrar en el sotobosque. Por ejemplo: la iluminación, la temperatura del aire, el viento, las fluctuaciones de la humedad relativa y la condensación del agua en la noche son más altas en el dosel que en el sotobosque (Blanc, 1990). Xiao-Tao et al. (2010) estudiaron la vegetación del sotobosque, se inventariaron bosques tropicales estacionales en un área de 625 m<sup>2</sup> (árboles jóvenes) y un área de 100 m<sup>2</sup> para hierbas/semillas capa de maruca, en tres parcelas de 1,0 ha. Encontrando 3068 individuos pertenecientes a 309 especies, 192 géneros y 89 familias. La familia más importante según lo determinado por el valor de importancia familiar fue Rubiaceae.

El ambiente lumínico en el sotobosque de selvas tropicales es determinante en la supervivencia y crecimiento de las especies arbóreas en sus primeras fases de crecimiento. Este ambiente es muy heterogéneo debido a las complejas interacciones entre la luz incidente y la estructura de la vegetación que varían de acuerdo con factores como el clima, la topografía y la dinámica del bosque (Quevedo et al., 2016).

Sin embargo, los niveles de luz en el sotobosque donde se encuentran las plántulas son muy bajos, variando entre 0,5% y 30% de luz abierta. La mayoría de las veces los

niveles de luz se encuentran alrededor del 2% (Delgado, 2014).

## **2.2. Conceptos generales**

### **2.2.1. Altura de planta**

Es una de las características más fáciles de medir, pero no es muy informativa por sí sola, puede presentar controversias con respecto a la predicción de su crecimiento en el campo. Influye en la competencia de la planta con la vegetación herbácea alrededor, por ello es adecuado que tenga una altura suficiente que le permita competir (Thompson, 1985; Prieto et al., 2009). Esta variable puede ser manipulada en vivero a través de la fertilización y el riego (Sáenz et al., 2010). Se relaciona con su capacidad fotosintética y su superficie de transpiración (Quiroz et al., 2009).

Los plantones producidos en bolsas no deberían exceder los 30 cm, ya que es muy probable que las raíces tiendan a formar un espiral, lo cual produce el secamiento de la planta una vez instalada en campo definitivo (Murillo y Camacho, 1997; Quiroz et al., 2009). Para plantones propagados mediante estacas se debe establecer un tamaño óptimo de trasplante. En especies forestales, el rango de altura óptima deberá estar entre 25 a 35 cm (Gomes et al., 2002); por el contrario, Sáenz et al. (2014) valoran alturas de 15 - 25 cm como calidad alta.

### **2.2.2. Diámetro de planta**

Es el atributo de mayor valor predictivo del comportamiento de plantas en el vivero (Escobar, 2007) y permite predecir la supervivencia de éstas en el campo (Sáenz et al. 2010). Esta variable define la robustez del tallo y se asocia con el vigor de las plantas (Prieto et al., 2009).

El diámetro indica la capacidad de transporte de agua hacia la parte aérea, la resistencia mecánica y la capacidad relativa de tolerar altas temperaturas (Quiroz et al., 2009).

Plantas con diámetro mayor a 5 mm son más resistentes al doblamiento y toleran mejor los daños por plagas y fauna nociva, aunque esto varía de acuerdo a la especie. En base a varios estudios realizados, se ha demostrado que los brinzales con diámetro mayor tienen tasas de sobrevivencia más altas y que ésta aumenta de 5% a 7% por cada milímetro de incremento en el diámetro (Prieto et al., 2003).

La modalidad de producción repercute sobre el crecimiento del diámetro, es decir, las plantas producidas en la intemperie tienen un diámetro mayor, que aquellas producidas bajo sombra o en invernaderos. Por ejemplo, en *Eucalyptus globulus* producidos bajo sombra, el rango del diámetro que se obtiene es de 3 – 5 mm, en cambio, aquellos producidos a la intemperie, el rango es de 4 – 7 mm (Escobar, 2007).

Da una aproximación de la sección transversal de transporte de agua, de la resistencia mecánica y de la capacidad relativa para tolerar altas temperaturas en la superficie del suelo (Cleary, Greaves, 1977). El diámetro está influenciado por la densidad del cultivo en vivero y puede verse afectado por prácticas culturales como el repicado de la parte apical. El diámetro de la planta se puede también mejorar a través de un aumento en la velocidad y la uniformidad en la germinación (Boyer, South, 1987). Una planta ideal tiene un diámetro mayor que un mínimo dado.

### **2.2.3. Clorofila**

La clorofila es un pigmento relacionado con la eficiencia del proceso fotosintético y con la adaptabilidad y crecimiento de las plantas en diversos ambientes. Se evaluó la influencia de las intensidades de sombreado en el contenido de clorofila total (Monteiro et al., 2015).

Los contenidos de pigmentos fotosintéticos, según Rego y Rossana (2006), también permiten estimar el potencial fotosintético de las plantas, considerando su asociación con la absorción y transferencia de energía, así como el crecimiento y adaptación de las plantas a múltiples ambientes. De esta forma, la posibilidad de diagnosticar los aspectos nutricionales del suelo y la adaptabilidad, crecimiento y desarrollo de las plantas en diferentes condiciones en función del contenido de clorofila son herramientas importantes para definir las técnicas de manejo más adecuadas a aplicar en un cultivo determinado.

Los clorofilómetros se han destacado por proporcionar lecturas instantáneas y "en el lugar"; no requieren la destrucción de material vegetal; permiten mediciones sucesivas en la misma planta, lo que permite una recopilación de datos práctica, rápida y menos costosa en comparación con los análisis de laboratorio (Pinto et al., 2001).

El medidor de clorofila SPAD 502 Plus (Konica Minolta) se utiliza para la determinación rápida y no destructiva de la concentración relativa de clorofila en la hoja (Gianquinto et al., 2003). Los valores obtenidos mediante el SPAD oscilan entre 0 y 99 nm y se ha reportado que están relacionados con la concentración de clorofila foliar (Uddling et al., 2007; Basyouni y Dunn, 2014; Basyouni et al., 2015), lo que permite tener estimaciones de clorofila de forma rápida, precisa y no destructiva (Padilla et al., 2018).

El SPAD-502 Plus determina la cantidad relativa de clorofila presente, midiendo la absorbancia de la hoja a dos longitudes de onda.

Para aprovechar esta característica de la clorofila, el SPAD-502Plus mide la absorbancia de la hoja en las zonas roja e infrarroja. Utilizando estas dos absorbancias, el medidor calcula un valor numérico SPAD que es proporcional a la cantidad de clorofila presente

en la hoja (Gianquinto et al., 2003).

La clorofila presente en las hojas de las plantas está estrechamente relacionada con el estado nutricional de las mismas, el contenido de clorofila se incrementará en proporción con la cantidad de nitrógeno (un nutriente importante de las plantas) presente en la hoja. Para una especie vegetal determinada, un valor SPAD más alto indica una planta más sana. (Gianquinto et al., 2003).

#### **2.2.4. Área foliar**

El área foliar es un rasgo de la planta ampliamente evaluado en la ciencia de las plantas. Smith y Kliewer (1984) mencionan que la determinación del área foliar es necesaria para calificar un buen crecimiento y es usada ampliamente en modelos fotosintéticos, evaluación de los sistemas de conducción y poda. Para ello se hace necesario disponer de métodos prácticos no destructivos para estimarla en el campo. Smith y Kliewer (1984) encontraron que el producto del largo por el ancho de la hoja entrega una buena estimación del área foliar, lo que fue corroborado por Elsner y Jubb (1988).

Si la productividad de una planta es el resultado de la actividad de la superficie foliar o sea de la intercepción de la energía lumínica y su conversión por las hojas en energía química, la mejor medida del "capital productivo" de la planta es el área de las hojas; en otras palabras, como la agricultura es básicamente un sistema de explotación de la fotosíntesis y las hojas son las que la realizan, se puede considerar la superficie foliar como la base de los rendimientos tanto biológicos como económicos de cualquier cultivo.

#### **2.2.5. Nitrógeno en las plantas**

El nitrógeno en las plantas es un elemento esencial que forma parte de proteínas, aminoácidos, ácidos nucleicos y clorofila (Taiz et al., 2014).

La concentración de clorofila foliar está estrechamente relacionada con el contenido de N en la planta (Zebarth et al., 2002), por lo tanto, el monitoreo de las concentraciones de clorofila y N puede ayudar en el manejo de la nutrición para un adecuado crecimiento de los cultivos agrícolas y óptimos rendimientos (Gitelson et al., 2003).

#### **2.2.6. Suelo aluvial**

El suelo aluvial es de origen fluvial, poco evolucionado, aunque profundo. Se forma cuando los arroyos y ríos disminuyen su velocidad y las partículas de suelo suspendidas son demasiado pesadas que se depositan en el lecho del río. Los suelos aluviales son suelos con perfil poco desarrollado, sobre su superficie acumulan materia orgánica y son ricos en minerales y nutrientes (Pedroso, 2015).

La composición química del suelo dependerá del lugar donde se encuentre,

a menudo contiene grava, arena y limo. El suelo o tierra aluvial se encuentra disponible en las zonas de Curimaná, Nueva Requena, San Alejandro y Aguaytía, de donde es trasladado para su comercialización en la ciudad de Pucallpa (Pedroso, 2015).

Las inundaciones, arrastran gran cantidad de material sedimentario diariamente para estas áreas, lo que le confiere una alta fertilidad (Wittman et al., 2004) y, como consecuencia, alta productividad y apoyo a las poblaciones ribereñas que quedan de los recursos disponibles en este ecosistema (Silva et al., 2006). Las llanuras aluviales destacan por que presentan una vegetación característica con especies exclusivas y adaptadas al régimen de inundación diaria (Parolin et al., 2004).

### 2.3. Estado del arte

En crecimiento, *C. spruceanum* alcanza un incremento medio anual (IMA) de DAP de 3,10 cm y 1,80 cm con y sin manejo silvicultural, respectivamente. En altura de planta se ha observado un IMA que va desde los 3,5 cm a 1,7 cm con y sin manejo respectivamente en sistemas agroforestales tipo cercos vivos realizado en Oxapampa (Palomino y Barra, 2003).

El Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI, 2010) señala que *C. spruceanum* se desarrolla en el clima tropical húmedo, con temperatura media anual de 22° a 26° C y precipitación pluvial entre 1100 mm a 3400 mm anuales. La especie crece entre los 500 - 1100 m s. n. m., en suelos con pH 7 y saturación de aluminio menor de 30% y no prospera en suelos extremadamente ácidos, con pH de 4,0 a 4,5. Por otro lado, Palomino y Barra (2003), en cuanto al pH del suelo señalan que *C. spruceanum* se establece en suelos fuerte o ligeramente ácidos (pH 4,5-6,5). Además, agregan que prefiere suelos de textura media (suelos francos) y con buen drenaje. La especie *C. spruceanum* tolera suelos hidromórficos y degradados, pero tiene bajas tasas de crecimiento y regular sobrevivencia.

Ugarte y Domínguez (2010) en la cuenca del Aguaytía realizaron mediciones a 12 plantaciones puras de *C. spruceanum* que fueron establecidos utilizando plantones en bolsa cuya dimensión inicial fue 0,40 m, el distanciamiento entre plantas fue de 2,5 m x 2,5 m, con cobertura de Centrosoma microporo a partir de los tres meses de instalado y bajo fertilización inicial con humus de lombriz y roca fosfórica; a los 5,3 años de establecido, el diámetro a la altura del pecho (DAP) alcanzó una media de 12,7 cm, siendo su incremento promedio de un año los 2,4 cm, en caso de la altura total, se registró una media de 13,37 m del cual su incremento al año fue de 2,507 m. Además, hubo mayores valores promedios en las plantaciones que se encontraban en la zona baja de dicha cuenca.

En el distrito de Juan Guerra de la región San Martín, Centeno (2012) instaló plantones de *C. spruceanum* producidos en tubetes en fajas de enriquecimiento aperturados 1,5

m de ancho limpio, el distanciamiento considerado fue de 3 m entre plantas y filas. Se fertilizó inicialmente y evaluó hasta los seis meses de edad de establecido, la altura al momento de establecerse fluctuaba entre 18,48 cm y 20,04 cm, lo cual se incrementó hasta los 95,94 cm de altura total; en caso del diámetro del tallo medido a los 10 cm sobre el suelo, al instalarse registró entre 2,57 mm y 3,12 mm, el cual se incrementó hasta los 18,60 mm a los seis meses de establecido.

En el distrito de Pueblo Nuevo de la región Huánuco, García (2014) utilizó plantones de *C. spruceanum* producidos en bolsas de polietileno, dichos individuos se caracterizaban por tener 17,0 cm de altura, 0,4 cm del tallo a 10 cm sobre el suelo y 14,5 cm del diámetro de copa; fueron instalados a distanciamientos de 3,0 m en una purma de cinco (05) años aproximadamente. Se les fertilizó con Molimax 20-20-20 y al año de establecido se encontró plantas con 2,31 m sin ser fertilizadas en comparación a los 2,74 m en plantas fertilizadas, pero se carecía de diferencias estadísticas significativas; en caso del diámetro del tallo, se registró valores promedios de 5,50 cm para plantas fertilizadas y 4,83 cm en plantas sin fertilizarse. El diámetro de copa registró valores 1,55 m al fertilizarse y 1,46 m sin fertilización; además, hubo 1,7% de mortalidad en las plantas consideradas como testigo.

En pastizales de 10 años en el distrito de Bellavista de la región San Martín, Chung (2013) estableció tres especies forestales dentro del cual se incluía a la *C. spruceanum*, utilizó plantones producidos en bolsas de polietileno con 3,5 meses de edad y se fertilizó con Molimax 20-20-20, al transcurrir los 195 días (6,5 meses) después de la instalación, se reportó que la especie en estudio registró valores promedios de 156,4 cm correspondiente a la altura total y de 2,41 cm en el diámetro del tallo medido al ras del suelo.

En un vivero del distrito San Juan Bautista en la región Loreto, Zamora (2013) evaluó el incremento (30 hasta 99 cm) de la altura en brinzales de *C. spruceanum* que se sembraron a raíz desnuda y en pan de tierra, encontrando valores de 32,83 y 32,80 cm, respectivamente en 12 meses después de la plantación; el diámetro del tallo medido a nivel del suelo fue de 4,23 a 3,63 mm, en caso de la sobrevivencia fue 65,0% hasta 74,0%.

En el sector de Montevideo de la región San Martín a 307 m s. n. m., Jimeno (1999) estableció tres especies entre ellas *C. spruceanum* con pan de tierra y a raíz desnuda. A los 90 días posteriores a su establecimiento, registró incrementos de 7,2 cm en pan de tierra y 3,3 cm a raíz desnuda, en caso de la sobrevivencia fue 100% en pan de tierra y 87,0% a raíz desnuda.

En cuanto al Incremento medio Anual (IMA) para diámetro y altura, de la evaluación de plantaciones en la cuenca de Aguaytía, Cuellar y Reyes (2016) reportaron plantas

con diámetro de 2,9 cm/año y en altura es de 2,7 m/año. Por lo que, es considerada una especie de mediano a rápido crecimiento. Además, mencionan que posee crecimiento homogéneo y con gran vigorosidad, siendo un indicativo de que no tiene plagas ni enfermedades que afecten su crecimiento.

Díaz (2021), en un estudio preliminar sobre el crecimiento inicial de la especie forestal *C. spruceanum* las semillas fueron sembradas al voleo de forma manual en un área de 40 m<sup>2</sup>. Previamente fueron mezcladas con arena blanca para aumentar el volumen del material de siembra y facilitar la distribución en el área. Las semillas no recibieron ningún tipo de tratamiento pregerminativo, realizando la evaluación de la siembra durante 18 meses, eliminando las malezas en dos ocasiones y podando solo una vez las ramas de las plantas juveniles. Al cabo de 18 meses, esta especie alcanzó una altura de casi cuatro metros y el fuste alcanzó un diámetro cercano a los 3,5 cm, a partir del método de siembra de semillas al voleo, los resultados fueron satisfactorios demostrando que el método de siembra es viable en la especie estudiada y no solo en especies de gramíneas y pasturas, pues en 18 meses de evaluación se alcanzó un promedio en altura de 3,75 m ( $\pm 0,65$ ) y en diámetro de fuste de 3,44 cm ( $\pm 1,46$ ), siendo una alternativa potencial para la propagación de esta especie en los bosques amazónicos. El método reduce de manera considerable los costos de germinación en vivero, siendo ideal para la recuperación de zonas degradadas o bosques secundarios, un valor añadido para una especie que se reafirma como una de las que tiene mayor importancia en toda la Amazonia.

En un estudio realizado en el Municipio de Mazagão del Estado de Amapá, Brasil, hubo una relación inversamente proporcional entre el crecimiento medio anual en altura y en diámetro (DAP) de *C. spruceanum* y su densidad remanente en los sistemas agroforestales. Estos resultados sugieren que a altas densidades *C. spruceanum* tiende a mostrar menores tasas de crecimiento, probablemente debido a la competencia intraespecífica; los mayores valores medios de crecimiento anual en altura fue 3,03 m/año y en el caso del diámetro fue 3,22 cm/año de *C. spruceanum* (Castilho et al., 2011).

Castilho et al. (2011) mencionan que la *C. spruceanum*, al ser una especie pionera de rápido crecimiento, presentó mayores valores medios referido a la altura, formando la copa en un menor lapso de tiempo durante el proceso de regeneración. Resultados similares fueron encontrados por Andrade et al. (2008), estudiando patrones de regeneración en un ecosistema várzea, comprobó que el crecimiento de una especie pionera se destacó en relación a las demás especies.

Cavatte et al. (2012) evaluaron características morfológicas y fisiológicas en plantas de café y observaron la interacción entre luz y agua sobre la fisiología del cultivo,

encontrando mayores valores de fotosíntesis en las plantas cultivadas al sol, en comparación con plantas en sombra. Sin embargo, al disminuir las tasas de fotosíntesis se ha observado una disminución de la transpiración (Jarma et al., 2012). en ese contexto, el sombrero podría minimizar los impactos negativos del déficit hídrico sobre la fotosíntesis debido a la menor incidencia de radiación solar entre la hoja y la atmósfera, hojas que reciben la luz intermitente poseen menor tasa de fotosíntesis que las hojas que reciben el sol directo (DaMatta, 2004).

Una investigación realizada en el distrito José Crespo y Castillo, provincia Leoncio Prado y región Huánuco; el objetivo fue comparar la variable altura total, diámetro del fuste, diámetro de copa y la sanidad en plantas de *S. macrophylla* (caoba) establecidas a campo abierto y bajo sombra. En la plantación a campo abierto, se estableció los plántones de *S. macrophylla*, el área presentaba una iluminación promedio de 2 307,25 lux, mientras que la plantación bajo sombra presentaba individuos de *Guazuma crinita*, donde la iluminación dentro de la parcela alcanzaba 724,75 lux; de las plantas al inicio y final de la investigación, periodo de tiempo transcurrido en 6 meses. Como resultado se ha encontrado diferencias en *S. macrophylla* establecidos a campo abierto en comparación a la plantación bajo sombra para las variables evaluadas como: altura total, diámetro de copa, diámetro de fuste y el ataque de *Hypsiphylia grandella*. Con respecto a altura total alcanzó un crecimiento de 214,6 cm en la plantación a campo abierto y 111,8 cm en la plantación bajo sombra, diámetro de copa (145,1 cm y 89,5 cm), diámetro de fuste (3,3 cm y 1,5 cm) y el ataque de *H. grandella* (81,25% y 21,33%) respectivamente (Solórzano, 2014).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución

El estudio se inició en el mes de agosto 2021 con la actividad de colecta de semillas de *C. spruceanum*, posteriormente se instaló la parcela experimental en el mes de noviembre 2021 para ambas parcelas experimentales.

##### 3.1.1. Parcela experimental - Jenaro Herrera

El Distrito Jenaro Herrera, provincia Requena, región Loreto, la región predomina el tipo de clima A(r)A, con características de muy lluvioso, cálido y abundante humedad en todo el año y comprende las provincias de Putumayo, Mariscal Ramón Castilla, Maynas y Loreto. Hacia el sur oeste predomina el clima lluvioso, cálido y con abundante humedad en todo el año, B(r)A', abarcando las provincias del Alto Amazonas, Requena, Ucayali y parte de Datem del Marañón con temperaturas máximas y mínimas de 30 °C y 22 °C, respectivamente y precipitación pluvial y humedad relativa de 2898 mm y 98%, respectivamente (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología [SENAMHI], 2019).

La parcela experimental fue instalada en los terrenos del Sr. David Silva, considerando las áreas de campo abierto, sombra media y sotobosque; áreas donde anteriormente estaba cubierto de purma, árboles de cético.

Ubicación política de parcela 1

- Departamento : Loreto
- Provincia : Requena
- Distrito : Jenaro Herrera

Coordenadas UTM:

- Punto 1: 645427 Este y 9461319 Norte
- Punto 2: 645395 Este y 9461482 Norte

##### 3.1.2. Parcela experimental - Nueva Esperanza de Panaillo

En el centro poblado Nueva Esperanza de Panaillo, distrito Yarinacocha, provincia Coronel Portillo, Región Ucayali. La región se caracteriza por poseer clima tipo B(r)A de tipo lluvioso y cálido, con temperatura máxima, media y mínima de 33 °C, 26 °C y 18,7 °C, respectivamente. Anualmente la precipitación pluvial y humedad relativa es de 2090 mm y de 91,3%, respectivamente (SENAMHI, 2019).

La parcela experimental fue instalada en los terrenos del Sr. Omero Urquía, considerando las áreas de campo abierto, sombra media y sotobosque; áreas donde

anteriormente cultivaban anualmente con hortalizas, frutales y pastizales, además de la existencia de árboles de *C. spruceanum* producto de la regeneración natural de años anteriores a los alrededores de las parcelas.

Ubicación política de parcela 2

- Departamento : Ucayali
- Provincia : Coronel Portillo
- Distrito : Yarinacocha
- Centro poblado : Nueva Esperanza de Panaillo

Coordenadas UTM:

- Punto 1: 534272 Este y 9090485 Norte
- Punto 2: 533227 Este y 9091356 Norte

## **3.2. Material y métodos**

### **3.2.1. Materiales y equipos**

Se utilizaron los siguientes materiales y equipos para el desarrollo de esta investigación: Semillas de *C. spruceanum*, plántones de *C. spruceanum*, bolsas de polietileno color negro, sustrato para germinación de semillas, sustrato para la producción de plantas de *C. spruceanum*, densiómetro esférico, luxómetro, regla telescópica, termohigrómetro, sensores de humedad de suelo, clorofilómetro SPAD 502 Plus (Konica Minolta), conductivímetro, jalones, sensores de humedad, wincha, rafia, placas de identificación de experimentos, cartel de identificación de experimentos, regla milimetrada, vernier digital, cámara semi profesional Nikon, fichas de evaluación.

### **3.2.2. Metodología**

#### **3.2.2.1. Crecimiento de plantas de *C. spruceanum* en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra en suelos temporalmente inundables de Loreto y Ucayali**

El estudio fue conducido tomando en consideración diferentes tipos de ambientes y técnicas de siembra.

Para la selección de los diferentes tipos de ambientes, se utilizó el densiómetro esférico y el luxómetro para determinar la cobertura y luminosidad tomando como referencia el porcentaje de luz solar incidente de las parcelas experimentales. El área de las parcelas experimentales para los diferentes tipos de ambientes se delimitó con wincha métrica y jalones de madera el área de 2 500 m<sup>2</sup> para cada bloque, considerando las distintas áreas:

- **Campo abierto**, tipo de ambiente caracterizado por estar libre de árboles donde el nivel de sombra se calculó durante el día haciendo uso del densiómetro esférico, reforzado con el luxómetro, el rango de la radiación solar durante el día fluctuaba entre 0-5%.
- **Sombra media**, fue ubicado un área al lado del bosque, donde el nivel de sombra se calculó durante el día haciendo uso del densiómetro esférico, reforzado con el luxómetro, se tomó como referencia que presentase un 47% de radiación solar durante el día.
- **Sotobosque**, tipo de ambiente que fue ubicado bajo el bosque, donde el nivel de sombra fue calculado durante el día haciendo uso del densiómetro esférico reforzado con el luxómetro, se tomó como referencia la luz solar incidente, el cual fue definido como superior al 80% durante el día.

Los establecimientos de las diferentes técnicas de siembra en cada tipo de ambiente estuvieron realizados de la siguiente manera:

- **Al voleo**, el área experimental es de 2 500 m<sup>2</sup>, donde 50 g de semillas de *C. spruceanum* fueron mezcladas con arena en proporción (1:10) es decir, 1 g por 10 kg de arena fina de río, esta mezcla fue dispersada de forma uniforme según el diseño experimental.
- **Pan de tierra**, el área de experimental es de 2 500 m<sup>2</sup>, donde se instaló plantas con pan de tierra, a un distanciamiento de 2 m x 2 m, en hoyos de 30 cm x 30 cm x 30 cm, con sumo cuidado para proteger el sistema radicular, luego presionado el suelo al pie de la planta para sujetarla de tal manera que quede firme y libre de espacios en el interior del hoyo. Se colocó un tutor en cada planta para su fácil visibilidad en las actividades posteriores de manejo.
- **Raíz desnuda**, el área de experimental es de 2 500 m<sup>2</sup>, donde se instaló plantones a raíz desnuda, a un distanciamiento de 2 m x 2 m; las plantas fueron retiradas de las bolsas,

separando el sustrato del sistema radicular, en seguida, para su transporte fueron acondicionadas en paquetes de 100 unidades, en seguida envueltas con papel periódico humedecido, con la finalidad de conservar la humedad y evitar la deshidratación.

El éxito de los programas de reforestación depende principalmente de la calidad de la planta que se produce en los viveros, la cual puede asegurar una mayor probabilidad de supervivencia y crecimiento cuando llegan a establecerse en el lugar definitivo (Mas, 2003), razón por la cual se consideró actividades como la colecta de semillas de *C. spruceanum*, para esto fue empleada la tijera telescópica de 10 metros de longitud, se cortaron los frutos semiabiertos con semillas, posteriormente los frutos fueron colocados en sacos de tocuyo, luego trasladados al vivero, donde se realizó la separación, selección y eliminación de impurezas; después las semillas fueron almacenadas a 5 °C para su conservación hasta ser usadas en las camas de almácigos.

Otra de las acciones realizadas fue la producción de los plantones llevados a cabo en el Vivero Forestal del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) de Jenaro Herrera y Nueva Esperanza de Panaillo, para ello las semillas fueron germinadas en cama de almácigo cuyas dimensiones fueron de 1 x 1 m. Luego, las plántulas se repicaron a los 50 días después del almácigo a bolsas de propietileno de 4 x 7 pulgadas por 15 cm de altura (75 cm<sup>3</sup>) que estuvieron llenados de un sustrato orgánico conformado por un 34% de gallinaza, 33% de cascarilla de arroz carbonizada y un 33% de suelo agrícola.

De acuerdo al estudio planteado, la evaluación del crecimiento vegetativo de las plantas de *C. spruceanum* en función de los diferentes tipos de ambientes y técnicas de siembra se evaluó durante 16 meses, considerando indicadores como:

- **Altura de planta(cm).** La altura de planta (H) fue medida con regla milimetrada desde la superficie del sustrato, hasta la inserción de la última hoja completamente expandida.
- **Diámetro basal (cm).** El diámetro basal (DB) fue medido con vernier digital a 10 cm de la superficie del suelo.

### **3.2.2.2. Crecimiento foliar de plantas de *C. spruceanum* en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra en suelos temporalmente inundables de Loreto y Ucayali**

**El área foliar (cm<sup>2</sup>).** Se determinó mediante imágenes tomadas con una Cámara Semiprofesional y siguiendo la metodología propuesta por Rincón et al.

(2012). En ese sentido, del total de plantas de *C. spruceanum* establecidas para cada zona experimental, se tomó una muestra de 370 plantas en total, utilizando la fórmula para poblaciones finitas utilizando un nivel de confianza de 95%, y un margen de error de 5%. De acuerdo al número de muestra en cada bloque se evaluó 10 plantas de manera aleatoria.

El área foliar se determinó en la primera evaluación del experimento. En cada planta, de la parte media se seleccionaron de manera aleatoria 3 hojas, en seguida, cada hoja se colocó sobre un papel impreso con regla milimetrada en un tablero, luego se procedió a la toma de las imágenes fotográficas.

Para el análisis de imágenes se utilizó la plataforma de software libre como ImageJ (Rasband, 2007), que permitió determinar el área del objeto en estudio en los que se introdujo una referencia de tamaño conocido. Si se acoplaban estos elementos para la medición del área u otros parámetros de crecimiento foliar, se ha tenido un sistema portátil, económico y preciso que fue de apoyo a la investigación y toma de decisiones, aún en lugares con recursos tecnológicos muy limitados.

Para las imágenes de hojas de cada cámara, se abrió una fotografía en el software libre ImageJ (Versión 1.45) y se fijó una medida de referencia de tamaño para los análisis posteriores. En el programa se utilizaron secuencialmente los comandos Analyze>Set Scale> Known distance: 2, Unit of length: cm, Global scale. Para procesar imágenes se usaron los comandos: Process> Binary> Make binary respectivamente para cada hoja a analizar. Para la medición de área se seleccionó la región de la hoja con la herramienta “Wand” y se utilizaron los comandos Analyze>Measure.

**La clorofila total.** Estos pigmentos fueron determinados con Clorofilómetro Chlorophyll Meter (Konica Minolta®, modelo SPAD 502), la evaluación se realizó durante la primera evaluación de datos (DAT). La colecta de los datos se realizó tomando tres hojas ubicadas en la parte media de las plantas, finalmente el valor final de cada planta fue la media de las tres medidas según lo indicado por Monteiro et al. (2015).

### **3.2.2.3. Tasa de mortalidad de plantas de *C. spruceanum* en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra en suelos temporalmente inundables de Loreto y Ucayali**

Para conocer la cantidad de plantas muertas, se determinó mediante conteo simple del número de plantas muertas después del trasplante, comparando con el total de plantas de *C. spruceanum* establecidas al inicio de la ejecución del proyecto, calculando así el porcentaje de mortalidad.

Los datos fueron tabulados en Microsoft Excel, posteriormente

se sometieron a la prueba de normalidad de datos, homogeneidad de varianzas y prueba de medias de Scott & Knott, según la prueba de F a 5% de probabilidad. Los análisis de los supuestos, se realizó mediante el programa InfoStat. Con los datos analizados e interpretados se procedió a la redacción del informe final, teniendo en consideración las Normas Técnicas de Redacción APA.

#### 3.2.2.4. Tipo y nivel de investigación

Es de tipo experimental, específicamente pertenece a los experimentos puros, debido que existió manipulación intencional de las variables independientes, se midió las variables dependientes, se comparó más de dos grupos y las unidades experimentales serán asignadas al azar (Hernández et al., 2010).

Debido al propósito o finalidad perseguida, Quezada (2015) y Ñaupás et al. (2014) lo clasifican como investigación aplicada.

#### 3.2.2.5. Diseño experimental

La distribución de los tratamientos es mediante un Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA) en arreglo de subparcelas divididas. Siendo las parcelas compuestas por tres tipos de ambientes: 1) Campo abierto, 2) Sombra media y 3) Sotobosque, y las subparcelas compuestas por tres técnicas de siembra: 1) Al voleo, 2) Pan de tierra y 3) Raíz desnuda, distribuidos en tres bloques con sus respectivas plantas por subparcela experimental.

Se instalaron un total de 576 plantones de *C. spruceanum* por técnica de siembra, haciendo un total de 3 456 plantas para cada provincia.

El modelo estadístico para el diseño experimental en arreglo de parcelas divididas fue de la forma (Gutiérrez, 2019):

$$Y_{ijk} = \mu + \gamma_k + \tau_i + (\gamma\tau)_{ki} + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Observación de la unidad experimental

$\mu$  = Media general del ensayo.

$\gamma_k$  = Efecto de los bloques.

$\tau_i$  = Efecto del tratamiento  $\tau$  de la parcela

$(\gamma\tau)_{ki}$  = Error de la parcela [E(a)].

$\beta_j$  = Efecto del tratamiento  $\beta$  de la subparcela.

$(\tau\beta)_{ij}$  = Efecto de la interacción de los tratamientos de la parcela y subparcela

$\varepsilon_{ijk}$  = Error de la subparcela [E(b)].

Para el contraste de las hipótesis se realizó el Análisis de Varianza (ANVA) para un experimento en DBCA en arreglo de parcelas divididas en donde las fuentes de variación consideraron los elementos del modelo descrito (**Tabla 1**).

**Tabla 1.** Esquema del ANVA para el DBCA para parcelas subdivididas.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>S. C.</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculado</b>
Bloque	SC <sub>B</sub>	Gl <sub>B</sub> = r-1		
Tratamiento A	SC <sub>A</sub>	gl <sub>A</sub> = a-1	CM <sub>A</sub> = SC <sub>A</sub> /gl <sub>A</sub>	F = CM <sub>A</sub> /CME <sub>(a)</sub>
Error (a) (Int. Bloque x Trat. A)	SCE <sub>(a)</sub>	glE <sub>(a)</sub> =(r-1)(a-1)	CME <sub>(a)</sub> = SCE <sub>(a)</sub> /glE <sub>(a)</sub>	
Tratamiento B	SC <sub>B</sub>	gl <sub>B</sub> = b-1	CM <sub>B</sub> = SC <sub>B</sub> /gl <sub>B</sub>	F = CM <sub>B</sub> /CME <sub>(b)</sub>
Interacción (A xB)	SC <sub>AxB</sub>	gl <sub>AB</sub> = (a-1)(b-1)	CM <sub>AB</sub> = SC <sub>AxB</sub> /gl <sub>AB</sub>	F = CM <sub>AB</sub> /CME <sub>(b)</sub>
Error (b)	SCE <sub>(b)</sub>	glE <sub>(b)</sub> = a(r-1)(b-1)	CME <sub>(b)</sub> = SCE <sub>(b)</sub> /glE <sub>(b)</sub>	
Total	SCT	Gl <sub>t</sub> = abr-1		

r: cantidad de bloques

a: cantidad de tratamientos del factor A

b: cantidad de tratamientos del factor B

### 3.2.2.6. Variables en estudio

#### Variables independientes:

- Tipos de ambientes;
- Técnicas de siembra.

#### Variables dependientes: Crecimiento, siendo sus indicadores:

- Altura de planta (cm);
- Diámetro basal del tallo (cm);
- Área foliar (cm<sup>2</sup>);
- Clorofila total “Índice de clorofila SPAD” (nm);
- Mortalidad (%).

#### Variables intervinientes: Condiciones climáticas, siendo sus indicadores:

- Luminosidad (lux);
- Porcentaje de sombra o cobertura (%);
- Contenido de humedad de suelo (%);
- Temperatura de suelo (C°);

- Temperatura de ambiente (C°);
- Humedad relativa ambiente (%);
- Índice de salinidad (Is);
- Conductividad eléctrica del suelo (CI).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Crecimiento de plantas de *C. spruceanum* en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra en suelos temporalmente inundables

#### 4.1.1. Altura (cm) de *C. spruceanum* - Jenaro Herrera, Loreto

Las plantas se instalaron en terreno definitivo con alturas muy similares entre 25 y 30 cm, mientras que a los 16 meses alcanzaron las mejores alturas promedio de 185 cm. El análisis de varianza (ANVA) para altura (cm) de *C. spruceanum*, indica que la interacción de los tipos de ambiente y técnicas de siembra en la parcela principal y sub parcela experimental tuvieron efectos estadísticos significativos ( $p \leq 0,05$ ) por lo que influyen sobre la altura total de las plantas.

**Tabla 2.** ANVA para datos de altura (cm) de *C. spruceanum* en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Jenaro Herrera, Loreto.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tipo de ambiente	515 171,51	2	257 585,75	32,99	0,003**
Bloque	82 064,38	2	41 032,19	14,87	<0,001**
Tipo de ambiente*Bloque	31 230,54	4	7 807,64	2,83	0,024*
Técnica de siembra	77 833,52	2	38 916,76	14,1	<0,001**
Tipo de ambiente*Técnica de siembra	321 302,97	4	80 325,74	29,1	<0,001**
Error	6 091 953,49	2201	2 760,29		
Total	10 561 892,87	2215			

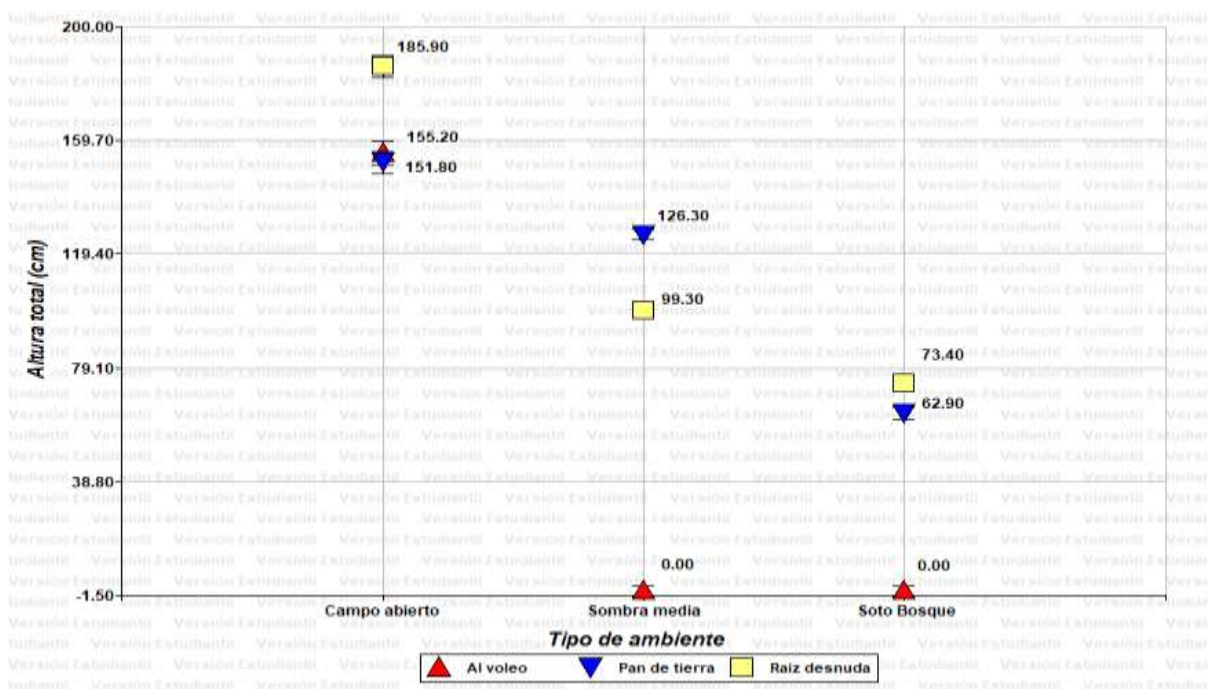
\*: Significativo al 95%; \*\*: Significativo al 99%.

Los resultados muestran (**Tabla 2** y **Figura 1**) que el tipo de ambiente a campo abierto en interacción con la técnica de siembra raíz desnuda, tiene el mayor valor medio de 185,90 cm de altura, estadísticamente superior al resto de interacciones ( $p < 0,05$ ), seguido de campo abierto en interacción con la técnica de siembra al voleo con 155,20 cm, que es estadísticamente igual a campo abierto con pan de tierra (151,8 cm), seguidos de tipos de ambiente en sombra media y sotobosque. Como se observa los valores de altura a campo abierto con las tres técnicas de siembra, muestran valores superiores en altura en general, lo cual es un indicador que *C. spruceanum*, debido sus características es una especie heliófita que requiere de mucha luz y es de rápido crecimiento (Castilho *et al.*, 2011; Andrade *et al.*, 2008), ha generado el escenario deseable para su crecimiento y muchos agricultores optan propagar al voleo a esta especie (Díaz-Soria *et al.*, 2021). Al respecto, Quiroz *et al.* (2009), refiere que la altura se relaciona con su capacidad fotosintética y su superficie de transpiración.

**Tabla 3.** Prueba de Scott & Knott para datos de altura (cm) de *C. spruceanum* en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Jenaro Herrera, Loreto.

Tipo de ambiente	Técnica de siembra		
	Al voleo	Pan de tierra	Raíz desnuda
Campo abierto	155,20 b	151,80 b	185,90 a
Sombra media	0,00 g	126,30 c	99,30 d
Sotobosque	0,00 g	62,90 f	73,40 e

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



**Figura 1.** Interacción tipo de ambiente y técnica de siembra respecto de altura - Jenaro Herrera, Loreto.

En el estudio, la mayor altura promedio registrada en la parcela de Jenaro Herrera fue de 185,90 cm correspondiente a campo abierto con raíz desnuda (**Figura 1**). Bajos al ser comparados Castilho et al., (2011) quien encontró valores medios de crecimiento anual en altura de 3,03 metros en 12 meses con *C. spruceanum*. Con la misma especie, Couturier y Gonzales (1994) a 12 meses reportaron 4,5 metros de altura. Durante el mismo tiempo de evaluación Sotelo *et al.* (2000) alcanzaron 4,1 metros de altura. En ese mismo contexto Díaz (2021) en 18 meses con *C. spruceanum*, alcanzó una media de altura de 3,75 m. Por lo que, lo reportado en Jenaro Herrera, se consideran como crecimientos bajos debido a que el sitio no es tan favorable para la especie, al respecto es importante indicar, que el crecimiento se ve influido, de modo considerable al depender del hábitat establecido, el microclima, temperatura, suelo y otros factores (Delgado, 2014).

#### 4.1.2. Diámetro (cm) de *C. spruceanum* - Jenaro Herrera, Loreto

A 16 meses de establecidas en campo definitivo las plantas alcanzaron el mayor diámetro promedio de 2,98 cm. El análisis de varianza (ANVA) para el diámetro (cm) de *C. spruceanum*, indica que la interacción de los tipos de ambiente y técnicas de siembra en la parcela principal y sub parcela experimental tuvieron efectos estadísticos significativos ( $p \leq 0,05$ ) por lo que influyen sobre el diámetro de las plantas.

**Tabla 4.** ANVA para datos de diámetro (cm) de *C. spruceanum* en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Jenaro Herrera, Loreto.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tipo de ambiente	235,46	2	117,73	53,52	0,001**
Bloque	1,41	2	0,7	1,08	0,341 <sup>ns</sup>
Tipo de ambiente*Bloque	8,8	4	2,2	3,37	0,009**
Técnica de siembra	24,78	2	12,39	19,01	<0,001**
Tipo de ambiente*Técnica de siembra	62,54	4	15,63	23,99	<0,001**
Error	1438,6	2201	0,65		
Total	3 608,12	2215			

ns: No significativo; \*\*: Significativo al 99%.

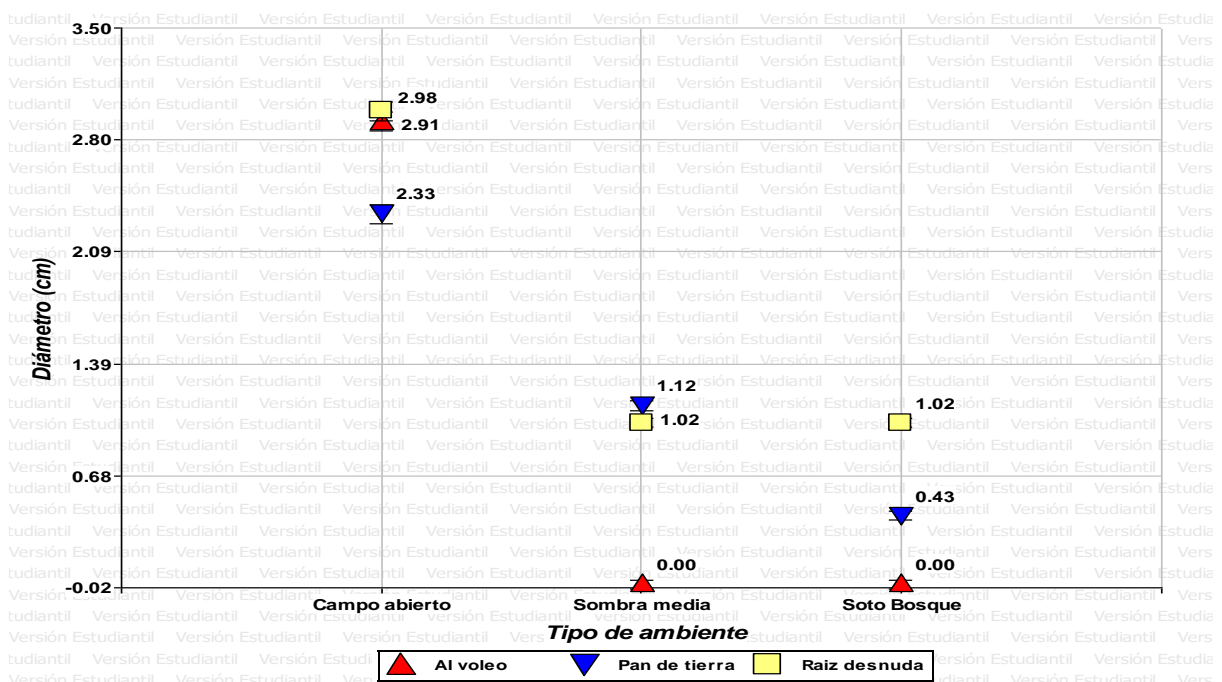
Los resultados vertidos en la **Tabla 4** y **Figura 2**, evidencian que el tipo de ambiente a campo abierto en interacción con las técnicas de siembra raíz desnuda y al voleo, reportan valores medios de 2,98 y 2,91 cm de diámetro respectivamente, los cuales son estadísticamente superiores al resto de interacciones ( $p < 0,05$ ), seguido de campo abierto en interacción con pan de tierra con 2,33 cm de diámetro. Se evidencia que el diámetro a campo abierto con las tres técnicas de siembra, reportan mayores valores en general, debido a que la especie *C. spruceanum* al ser heliófita, requiere de abundante luz para su crecimiento, generando condiciones deseables para su crecimiento.

Con respecto al diámetro de planta, en Jenaro Herrera se alcanzó el mayor diámetro promedio en 2,98 cm en campo abierto en interacción con la técnica de siembra raíz desnuda, concordante con lo reportado por Díaz (2021) con *C. spruceanum* en campo abierto con la técnica al Voleo, alcanzó un diámetro cercano a 3,5 cm en 18 meses, puesto que ambos estudios fueron ejecutados en Jenaro Herrera. A pesar de que las plantas de regeneración natural se tienen que complementar en el futuro con acciones como el raleo (Freitas et al., 2021) para que se garanticen árboles con buena calidad de fuste.

**Tabla 5.** Prueba de Scott & Knott para datos de diámetro (cm) de *C. spruceanum* en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Jenaro Herrera, Loreto.

Tipo de ambiente	Técnica de siembra		
	Al voleo	Pan de tierra	Raíz desnuda
Campo abierto	2,91 a	2,33 b	2,98 a
Sombra media	0,00 d	1,12 c	1,02 c
Sotobosque	0,00 d	0,43 d	1,02 d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).



**Figura 2.** Interacción tipo de ambiente y técnica de siembra respecto al diámetro - Jenaro Herrera, Loreto.

En contraste, Castilho *et al.* (2011) alcanzó el diámetro medio de 3,22 cm en 12 meses. Sin embargo, en el mismo tiempo Couturier y Gonzales (1994), logró 4,20 cm de diámetro con la misma especie. En un año y la misma especie, logró 4,1 cm de diámetro (Sotelo *et al.*, 2000). Por lo que, en razón de lo reportado por los últimos autores, esto se debe a que las zonas de plantación correspondan a sitios con mejores características ambientales para la especie. Al respecto, De Jong (2001) indica que *C. spruceanum* es una especie típicamente heliófila, debido a que necesita áreas abiertas, sitio adecuado y abundante luz solar para poder desarrollarse de manera adecuada.

#### 4.1.3. Altura (cm) de *C. spruceanum* - Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali

A 16 meses alcanzó mayor altura promedio de 190,5 cm en Panaillo. El análisis de varianza (ANVA) para altura (cm) de *C. spruceanum*, indica que la interacción de los tipos de ambiente y técnicas de siembra en la parcela principal y sub parcela experimental tuvieron efectos estadísticos significativos ( $p \leq 0,05$ ) por lo que influyen sobre la altura total de las plantas.

**Tabla 6.** ANVA para datos de altura (cm) de *C. spruceanum* en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tipo de ambiente	400 152,63	2	200 076,31	32,53	0,003**
Bloque	10 446,93	2	5 223,46	1,06	0,346 <sup>ns</sup>
Tipo de ambiente*Bloque	24 605,42	4	6 151,35	1,25	0,288 <sup>ns</sup>
Técnica de siembra	39 662,45	2	19 831,23	4,03	0,018 <sup>ns</sup>
Tipo de ambiente*Técnica de siembra	215 338,69	4	53 834,67	10,94	<0,001**
Error	9 523 689,24	1929	4 921,8		
Total	17 645 847,95	1943			

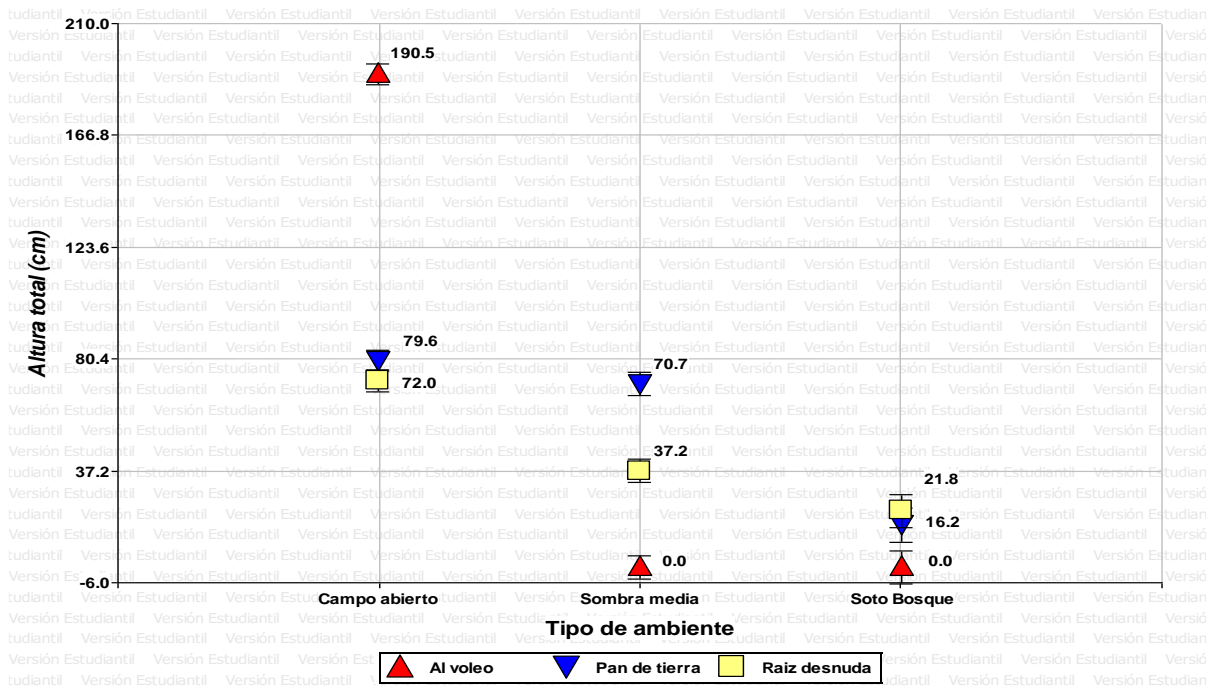
ns: No significativo; \*\*: Significativo al 99%.

La prueba de medias evidencia que el tipo de ambiente a campo abierto en interacción con la técnica de siembra al voleo, muestran mayor valor medio de 190,50 cm de altura (**Tabla 7** y **Figura 4**), que es estadísticamente superior al resto de interacciones ( $p < 0,05$ ). Sin embargo, otros estudios refieren que es posible encontrar alturas superiores a cuatro (4,0) metros en tan solo un año (Couturier y Gonzales, 1994; Sotelo *et al.*, 2000), demostrando ser una especie de rápido crecimiento al encontrarse en sitios y condiciones ambientales favorables (Flores, 1999). Especie que podría ser aprovechada con fines de reforestación, puesto que tiene alta capacidad de almacenar dióxido de carbono (Díaz, 2021).

**Tabla 7.** Prueba de Scott & Knott para datos de altura (cm) de *C. spruceanum* en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali.

Tipo de ambiente	Técnica de siembra		
	Al voleo	Pan de tierra	Raíz desnuda
Campo abierto	190,50 a	79,60 b	72,00 b
Sombra media	0,00 d	70,70 b	37,20 c
Sotobosque	0,00 d	16,20 d	21,80 d

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



**Figura 3.** Interacción tipo de ambiente y técnica de siembra respecto a la altura, Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali.

A campo abierto, se evidencia un mayor crecimiento de la especie, heliófita, por requerir de mucha luz para generar mayores cantidades de alimentos, mayor desarrollo y crecimiento (Loyola, 2019 y Reynel *et al.*, 2003). Con siembra al voleo es posible ahorrar costos de producción, horas hombre en siembra, en hoyado, manejo de vivero, almacigo, repique, entre otros; lo que es muy práctico y apropiado para los productores rurales ribereños. En consecuencia, es un método sencillo, rápido, que puede realizarse de forma manual o mecánica, su éxito depende de la uniformidad en la distribución de las semillas en campo, evitando áreas con exceso de semillas (Díaz, 2021). Respecto de las prácticas de manejo de regeneración natural con *C. spruceanum*, algunos estudios y observaciones socioeconómicas han demostrado que los ingresos familiares de comunidades ribereñas dependen en gran medida de la producción forestal y agroforestal (Queiroz & Muschietti, 2000). A pesar de las técnicas apropiadas de siembra y escoger un lugar adecuado, se debe considerar acciones de fertilización inicial (Centeno, 2012) para que se garantice el crecimiento de esta especie.

#### 4.1.4. Diámetro (cm) de *C. spruceanum* - Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali

El análisis de varianza (ANVA) para diámetro (cm) de *C. spruceanum*, indica que la interacción de los tipos de ambiente y técnicas de siembra en la parcela principal y sub parcela experimental tuvieron efectos estadísticos significativos ( $p \leq 0,05$ ) por lo que influyen sobre diámetro de las plantas.

**Tabla 8.** ANVA para datos de diámetro (cm) de *C. spruceanum* en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tipo de ambiente	40,95	2	20,48	3,13	0,152 <sup>ns</sup>
Bloque	2,62	2	1,31	1,23	0,291 <sup>ns</sup>
Tipo de ambiente*Bloque	26,18	4	6,55	6,17	<0,001**
Técnica de siembra	16,98	2	8,49	8	<0,001**
Tipo de ambiente*Técnica de siembra	32,07	4	8,02	7,56	<0,001**
Error	2 052,01	1929	1,06		
Total	2 466,58	1943			

ns: No significativo; \*\*: Significativo al 99%.

Los resultados vertidos en la **Tabla 9** y **Figura 4**, evidencian que el tipo de ambiente a campo abierto en interacción con la técnica de siembra al voleo, reporta mayor valor medio de 1,60 cm de diámetro, que es estadísticamente superior al resto de interacciones ( $p < 0,05$ ), seguido de campo abierto en interacción con pan de tierra (1,07) y raíz desnuda (0,99), así como sombra media en interacción con pan de tierra con 0,93 cm de diámetro.

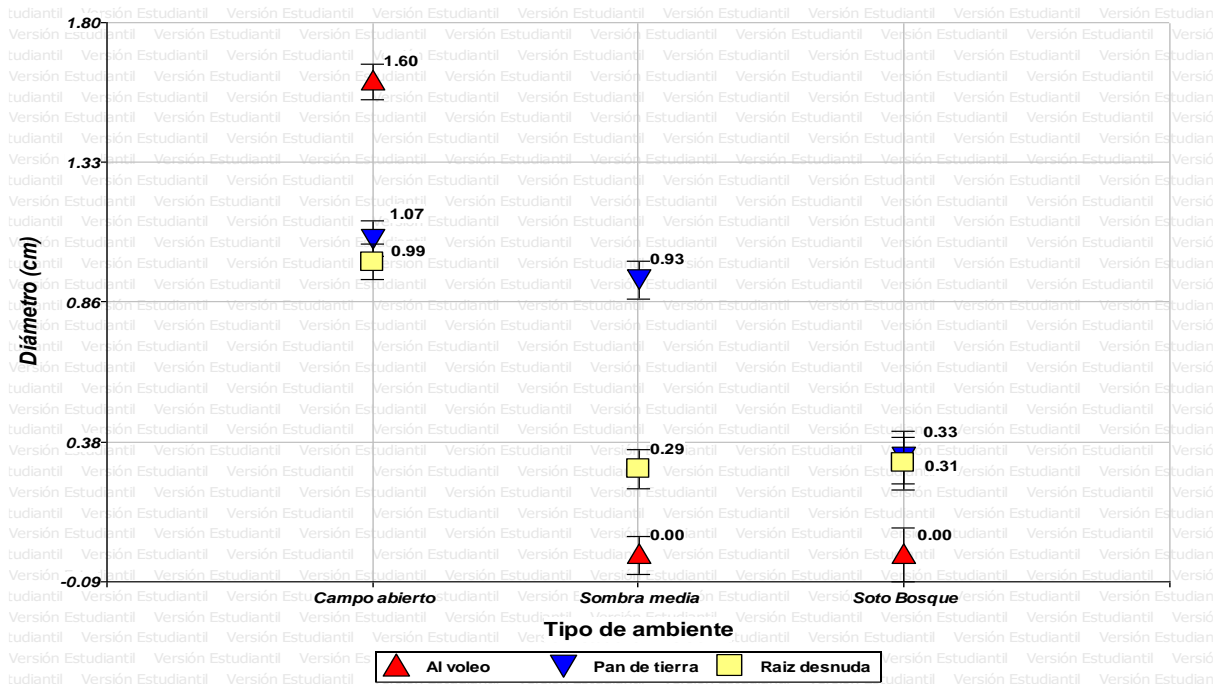
**Tabla 9.** Prueba de Scott & Knott para datos de diámetro (cm) de *C. spruceanum* en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali.

Tipo de ambiente	Técnica de siembra		
	Al voleo	Pan de tierra	Raíz desnuda
Campo abierto	1,60 a	1,07 b	0,99 b
Sombra media	0,00 c	0,93 b	0,29 c
Sotobosque	0,00 c	0,33 c	0,31 c

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

Como podemos observar el diámetro en campo abierto al voleo (**Figura 4**), muestra mayor valor que el resto de interacciones (1,60 cm). En estas condiciones y al ser una especie heliófita sus requerimientos son de alta luminosidad para su crecimiento (De Jong, 2001). Además, *C. spruceanum* es una especie pionera y por ende se desarrolla en áreas recientemente abandonadas por la agricultura en los bosques aluviales de la cuenca Amazónica (Gálvez *et al.*, 2020; Queiroz y Machado, 2007). Sumado a que con siembra al

voleo es posible ahorrar costos de producción, almacigado, repicado, viverización, entre otros (Reynel *et al.*, 2003). Con la misma especie, estudios de crecimiento en diámetro reportaron desde 3,0 cm hasta 4,4 cm a partir de 12 meses de evaluación (Couturier y Gonzales, 1994; Castilho *et al.*, 2011; Díaz, 2021; Sotelo *et al.*, 2000).



**Figura 4.** Interacción tipo de ambiente y técnica de siembra respecto al diámetro - Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali.

De modo general, para los casos de la altura y el diámetro, en ambos sitios, de acuerdo con los resultados las mejores características de crecimiento de las plantas *Calicophyllum spruceanum* fue constatado en el ambiente de campo abierto donde la intensidad luminosa fue de 1628 luxes. Resultados similares fueron reportados por Alencar y Araujo (1980), estudiando el comportamiento de especies forestales a la luminosidad; los autores determinaron que el crecimiento en altura y diámetro de especies forestales como *Goupia glabra*, *Jacaranda paraensis*, *Cedrelinga catenaeformis*, *Vouacapoua pallidior*, *Calicophyllum angulare*; *Ocotea rubra*, *Tabebuia serratifolia*, y *Dipteryx odorata* en campo abierto fue mayor en comparación a las plantas que fueron sembradas bajo sombra.

De esta manera, se afirma que *Calicophyllum spruceanum* es sensible a la luz, porque fue determinado mudanzas en sus características vegetativas en función del nivel de luminosidad en cada ambiente. Al respecto, Montgomery y Chazdon (2002) señalan que algunas especies son sensibles a los cambios de luminosidad, por el cual son capaces de

incrementar sus tasas de crecimiento y de fotosíntesis con un mínimo de aumento de la intensidad lumínica, por el contrario, si la disponibilidad de luz es baja se observa que la tasa de crecimiento en biomasa área también será baja. Por tanto, la cantidad de luz en diferentes especies tolerantes o intolerantes a la sombra, parece ser la combinación de factores que explican la distribución de las especies en los bosques tropicales y subtropicales (Whitmore, 1996).

#### 4.2. Crecimiento foliar de plantas de *C. spruceanum* en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra en suelos temporalmente inundables

##### 4.2.1. Clorofila (nm) en *C. spruceanum* - Jenaro Herrera, Loreto

En el análisis de varianza (ANVA) para clorofila (nm) de la especie *C. spruceanum*, indica que la interacción de los tipos de ambiente y técnicas de siembra en la parcela principal y sub parcela experimental tuvieron efectos estadísticos significativos ( $p \leq 0,05$ ) por lo que influyen sobre la cantidad de clorofila en las plantas establecidos en Jenaro Herrera (**Tabla 10**).

**Tabla 10.** ANVA para datos de clorofila (nm) de *C. spruceanum* en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Jenaro Herrera, Loreto.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tipo de ambiente	11 002,91	2	5 501,46	8,92	0,0335*
Bloque	148,44	2	74,22	40,28	<0,001**
Tipo de ambiente*Bloque	2 466,06	4	616,52	334,56	<0,001**
Técnica de siembra	9 750,71	2	4 875,36	2645,69	<0,001**
Tipo de ambiente*Técnica de siembra	4 998,51	4	1 249,63	678,13	<0,001**
Error	6 538,1	415	1,84		
Total	42 329,39	429			

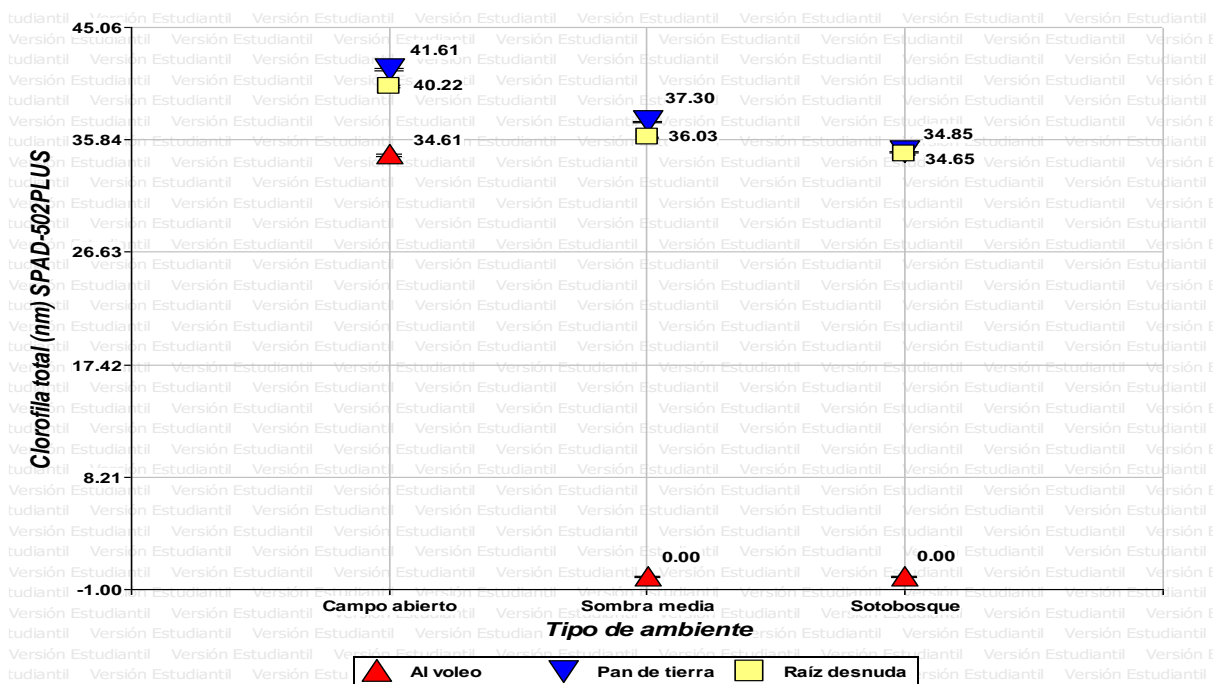
\*: Significativo al 95%; \*\*: Significativo al 99%.

En la **Tabla 11** y **Figura 5**, el tipo de ambiente considerado como a campo abierto en interacción con la técnica de siembra donde se utilizó plantones con pan de tierra, muestran un valor promedio de 41,61 nm (longitud de onda fotosintéticamente activa) para la clorofila total, los cuales son estadísticamente superiores al resto de interacciones ( $p < 0,05$ ), seguido de campo abierto con raíz desnuda con una media de 40,22 nm, seguido de las demás interacciones entre los niveles de cada factor en estudio. Los menores valores de clorofila se registraron en las plantas provenientes con pan de tierra y establecidas en sotobosque.

**Tabla 11.** Prueba de Scott & Knott para datos de clorofila (nm) de *C. spruceanum* en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Jenaro Herrera, Loreto.

Tipo de ambiente	Técnica de siembra		
	Al voleo	Pan de tierra	Raíz desnuda
Campo abierto	34,61 g	41,61 a	40,22 b
Sombra media	0,00 h	37,3 c	36,03 d
Sotobosque	0,00 h	34,85 f	34,65 e

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



**Figura 5.** Interacción tipo de ambiente y técnica de siembra respecto a la clorofila (nm) - Jenaro Herrera, Loreto.

Es importante recalcar que el nivel de clorofila en las plantas es muy importante (**Figura 5**), debido a que nos muestra el nivel de nutrientes con que cuenta el suelo interactuando junto a la humedad del suelo, la conductividad eléctrica del suelo, temperatura del suelo, etc., para el crecimiento de las plantas.

Es preciso referir que la medición de la clorofila total, se realizó con el uso del medidor portátil de clorofila SPAD 502 Plus. Al respecto, Ramírez *et al.* (2012) mencionan que, el uso de medidor portátil de clorofila SPAD 502 es una herramienta para la detección de nitrógeno a condiciones de estrés de las plantas, puesto que, a mayor movilidad de nitrógeno de las plantas se acumulará mayor clorofila y nitrógeno en las hojas ubicadas en el tercio medio

de las plantas.

El mejor tratamiento estuvo basado en la interacción de campo abierto y pan de tierra con 41,61 nm de clorofila total, para *C. spruceanum* presentaron valores muy cercanos a lo indicado por Novoa & Villagrán (2002), donde mencionan que el ICC de SPAD menores a 35 que equivale de 1,83 % de nitrógeno en las hojas, y por ende sería necesario aplicar nitrógeno para su adecuado crecimiento; sin embargo en este caso con 41,61 nm indica que las plantas cuentan con altos porcentajes de nitrógeno en las hojas. Al respecto Primo *et al.* (2014) indican que esto ocurre en función de la dilución del nitrógeno en la planta durante su crecimiento. Resultados similares fueron determinados por Amaya *et al.* (2021), trabajando en la producción de plantas de *Croton lechleri*.

Al respecto, Benimeli *et al.* (2019) enfatizan que el nitrógeno es el componente de los aminoácidos, que son las unidades estructurales de las proteínas, actúa como componente de las moléculas de las enzimas, vitaminas, hormonas y ácidos nucleicos y es componente esencial de la molécula de clorofila.

#### 4.2.2. Área foliar (cm<sup>2</sup>) en *C. spruceanum* - Jenaro Herrera, Loreto

El análisis de varianza (ANVA) para área foliar (cm<sup>2</sup>) de *C. spruceanum*, indica que la interacción de los tipos de ambiente y técnicas de siembra en la parcela principal y sub parcela experimental tuvieron efectos estadísticos significativos ( $p \leq 0.05$ ) por lo que influyen sobre la cantidad de área foliar de las plantas en Jenaro Herrera (**Tabla 12**).

**Tabla 12.** ANVA para datos de área foliar (cm<sup>2</sup>) de *C. spruceanum* en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Jenaro Herrera, Loreto.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tipo de ambiente	33 570,22	2	16 785,11	14,43	0,0148*
Bloque	193,25	2	96,63	0,47	0,625 <sup>ns</sup>
Tipo de ambiente*Bloque	4 651,80	4	1 162,95	5,66	<0,001**
Técnica de siembra	3 429,60	2	1 714,8	8,35	<0,001**
Tipo de ambiente*Técnica de siembra	22 491,73	4	5 622,93	27,39	<0,001**
Error	75 149,21	366	205,33		
Total	124 824,22	380			

ns: No significativo; \*: Significativo al 95%; \*\*: Significativo al 99%.

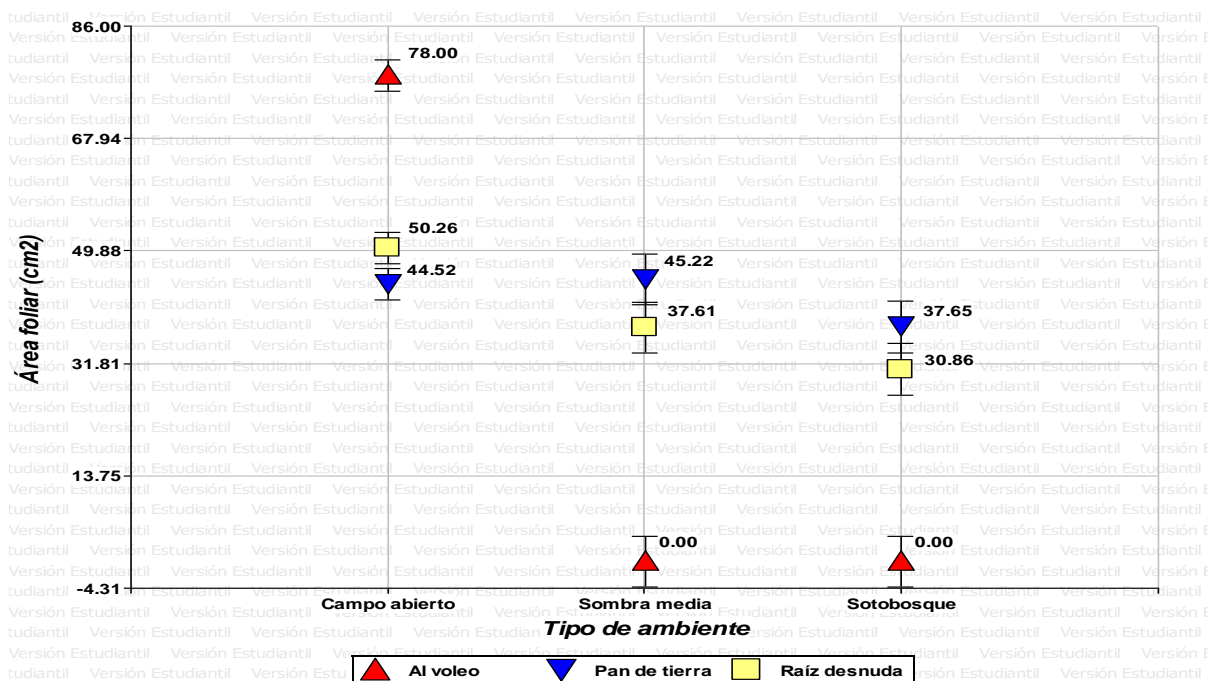
Los resultados indican (**Tabla 13** y **Figura 6**) que el tipo de ambiente a campo abierto en interacción con la técnica de siembra al voleo, muestran valores medios de

78,00 cm<sup>2</sup> de área foliar, los cuales son estadísticamente superiores al resto de interacciones (p<0,05), seguido de campo abierto con raíz desnuda 50,26 cm<sup>2</sup>, campo abierto en interacción con pan de tierra con 44,52 cm<sup>2</sup>, y finalmente del resto de interacciones.

**Tabla 13.** Prueba de Scott & Knott para datos de área foliar (cm<sup>2</sup>) de *C. spruceanum* en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Jenaro Herrera, Loreto.

Tipo de ambiente	Técnica de siembra		
	Al voleo	Pan de tierra	Raíz desnuda
Campo abierto	78,00 a	44,52 b	50,26 b
Sombra media	0,00 e	45,22 b	37,61 c
Sotobosque	0,00 e	37,65 c	30,86 d

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



**Figura 6.** Interacción tipo de ambiente y técnica de siembra respecto al área foliar (cm<sup>2</sup>) - Jenaro Herrera, Loreto.

La alta luminosidad observada en campo abierto no afectó el crecimiento de las plantas por la alta tasa de transpiración, entre los factores que lo mantuvo en equilibrio fue la retención de humedad en el suelo por la presencia de cobertura vegetal viva, la cual actuó como una barrera física para proteger el suelo del desecamiento.

De lo contrario, la baja disponibilidad de humedad y la alta radiación

hubieran reducido el tamaño del área foliar para minimizar la tasa de transpiración (Said *et al.*, 2011); sin embargo, al mantener alta la disponibilidad de humedad, el área foliar mantuvo un tamaño adecuado.

El producto del largo por el ancho de la hoja entrega una buena estimación del área foliar (Elsner y Jubb, 1988). Por lo tanto, al analizar el área foliar, podemos inferir en que la luz es el factor esencial en el crecimiento de los árboles pioneros en los bosques tropicales, y por consiguiente tiene que ser considerada en el manejo silvicultural con especies a campo abierto y bajo sombra porque actúa como un regulador de la sobrevivencia de las plantas, y al mismo tiempo puede limitar el crecimiento aún en la presencia de condiciones adecuadas de suelos, fertilización y humedad.

#### 4.2.3. Clorofila (nm) de *C. spruceanum* - Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali

El análisis de varianza (ANVA) para clorofila (nm) de *C. spruceanum*, indica que la interacción de los tipos de ambiente y técnicas de siembra en la parcela principal y sub parcela experimental tuvieron efectos estadísticos significativos ( $p \leq 0,05$ ) por lo que influyen sobre la cantidad de clorofila en las plantas en Nueva Esperanza de Panaillo (**Tabla 14**).

**Tabla 14.** ANVA para datos de clorofila (nm) de *C. spruceanum* en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tipo de ambiente	11910,67	2	5955,33	8,13	0,039*
Bloque	34631,52	2	17315,76	23,64	0,006**
Tipo de ambiente*Bloque	2929,35	4	732,34	755,11	<0,001**
Técnica de siembra	38455,59	2	19227,8	19825,65	<0,001**
Tipo de ambiente*Técnica de siembra	10055,79	3	3351,93	3456,15	<0,001**
Error	3190,79	318	0,97		
Total	101173,7	331			

\*: Significativo al 95%; \*\*: Significativo al 99%.

Los resultados indican (**Tabla 15** y **Figura 7**) que el tipo de ambiente a campo abierto en interacción con la técnica de siembra al voleo, muestran valores medios de 48,93 nm (longitud de onda fotosintéticamente activa) de clorofila total, los cuales son estadísticamente superiores al resto de interacciones ( $p < 0,05$ ), seguido de sombra media con raíz desnuda (41,71 nm), seguido de campo abierto en interacción con las técnicas de siembra

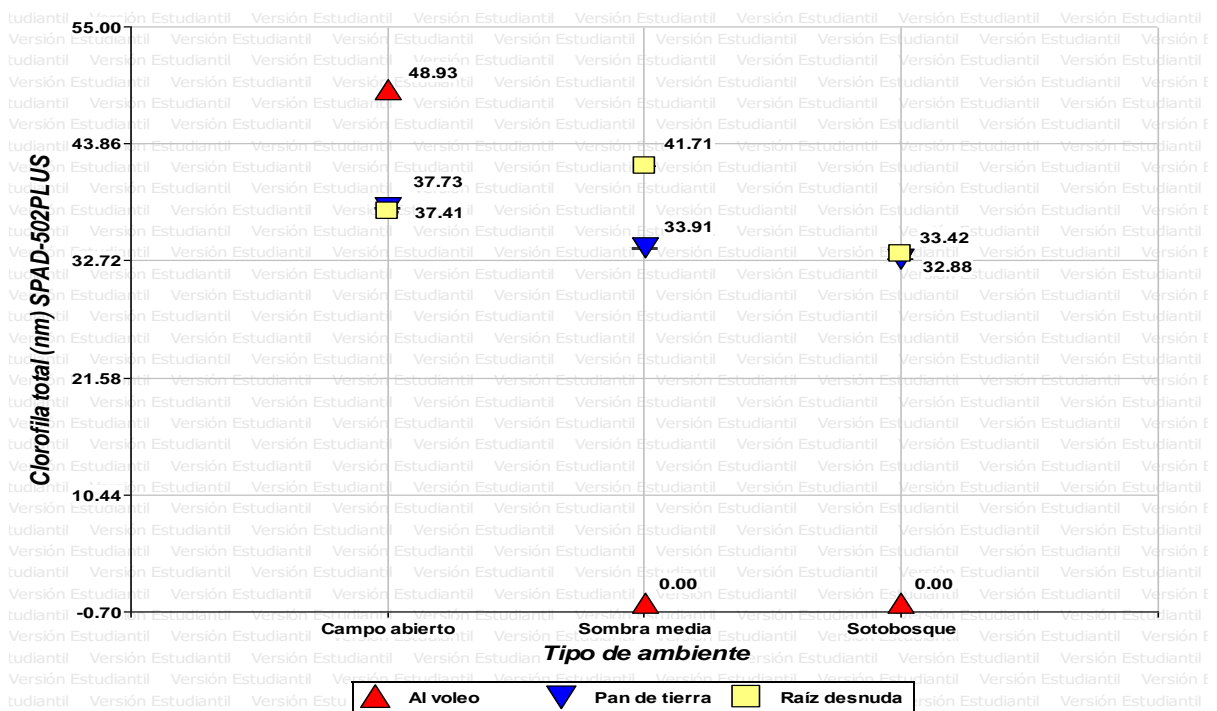
de pan de tierra y raíz desnuda con valores de 37,73 y 37,41 nm respectivamente, superiores al resto.

Es importante recalcar que el nivel de clorofila en las plantas es muy importante (**Figura 7**), debido a que nos muestra el nivel de nutrientes con que cuenta el suelo; la medición de clorofila total fue realizado con medidor portátil de clorofila SPAD 502 Plus, utilizado para determinar nitrógeno en condiciones de estrés de la planta, donde a mayor movilidad de nitrógeno mayor acumulación de clorofila y nitrógeno en la zona del tercio medio foliar.

**Tabla 15.** Prueba de Scott & Knott para datos de clorofila (nm) de *C. spruceanum* en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali.

Tipo de ambiente	Técnica de siembra		
	Al voleo	Pan de tierra	Raíz desnuda
Campo abierto	48,93 a	37,73 c	37,41 d
Sombra media	0,00 h	33,91 e	41,71 b
Sotobosque	0,00 h	32,88 g	33,42 f

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



**Figura 7.** Interacción tipo de ambiente y técnica de siembra respecto a la Clorofila - Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali.

Al respecto Uddling *et al.* (2007) indican que valores en el SPAD 502 Plus oscilan entre 0 y 99 nm de clorofila total. Con un valor de 35 de clorofila (reportado por la medición del SPAD 502 Plus), indica 1,83% de nitrógeno, lo que indica se aplique este nutriente de modo foliar, sin embargo, para las hojas de *C. spruceanum* en Panaillo la medición es 48,93 nm de clorofila, lo cual sugiere que la planta cuenta con niveles adecuados de nitrógeno (Novoa & Villagrán, 2002; Primo *et al.*, 2014; Amaya *et al.*, 2021).

Los mayores valores de clorofila muestran mayor acumulación de clorofila y nitrógeno en las hojas de la planta, ello permite determinar que las plantas en Panaillo (48,93 nm) presentan mejores escenarios de sanidad y condiciones nutricionales que las de Jenaro Herrera (41,61 nm). Ante ello, la disponibilidad de nitrógeno (N) es la principal limitante en la productividad de los cultivos, que junto con el fósforo (P) determinan el crecimiento y desarrollo vegetal (Cerón y Aristizábal, 2012).

#### 4.2.4. Área foliar (cm<sup>2</sup>) de *C. spruceanum* - Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali

El análisis de varianza (ANVA) para área foliar (cm<sup>2</sup>) de *C. spruceanum*, indica que la interacción de tipos de ambiente y técnicas de siembra en la parcela principal y sub parcela experimental tienen efectos estadísticos significativos ( $p \leq 0.05$ ) por lo que influyen sobre el aumento de área foliar de las plantas en Nueva Esperanza de Panaillo (**Tabla 16**).

**Tabla 16.** ANVA para datos de área foliar (cm<sup>2</sup>) de *C. spruceanum* en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tipo de ambiente	17 022,83	2	8 511,42	21,44	0,007**
Bloque	1 434,47	2	717,23	3,39	0,036*
Tipo de ambiente*Bloque	1 587,95	4	396,99	1,87	0,1169 <sup>ns</sup>
Técnica de siembra	255,05	2	127,52	0,6	0,5489 <sup>ns</sup>
Tipo de ambiente*Técnica de siembra	10 946,22	4	2736,56	12,92	<0,001**
Error	38 774,72	183	211,88		
Total	76 309,08	197			

ns: No significativo; \*: Significativo al 95%; \*\*: Significativo al 99%.

Los resultados indican (**Tabla 17** y **Figura 8**) que el tipo de ambiente a campo abierto en interacción con la técnica de siembra al voleo, muestra valor medio de 52,41 cm<sup>2</sup> de área foliar, que es estadísticamente superior al resto de interacciones ( $p < 0,05$ ), seguido de campo abierto con raíz desnuda con 33,90 cm<sup>2</sup>, seguidos de sombra media y campo abierto, ambos en pan de tierra con 26,45 y 23,34 cm<sup>2</sup> respectivamente; y finalmente el resto de

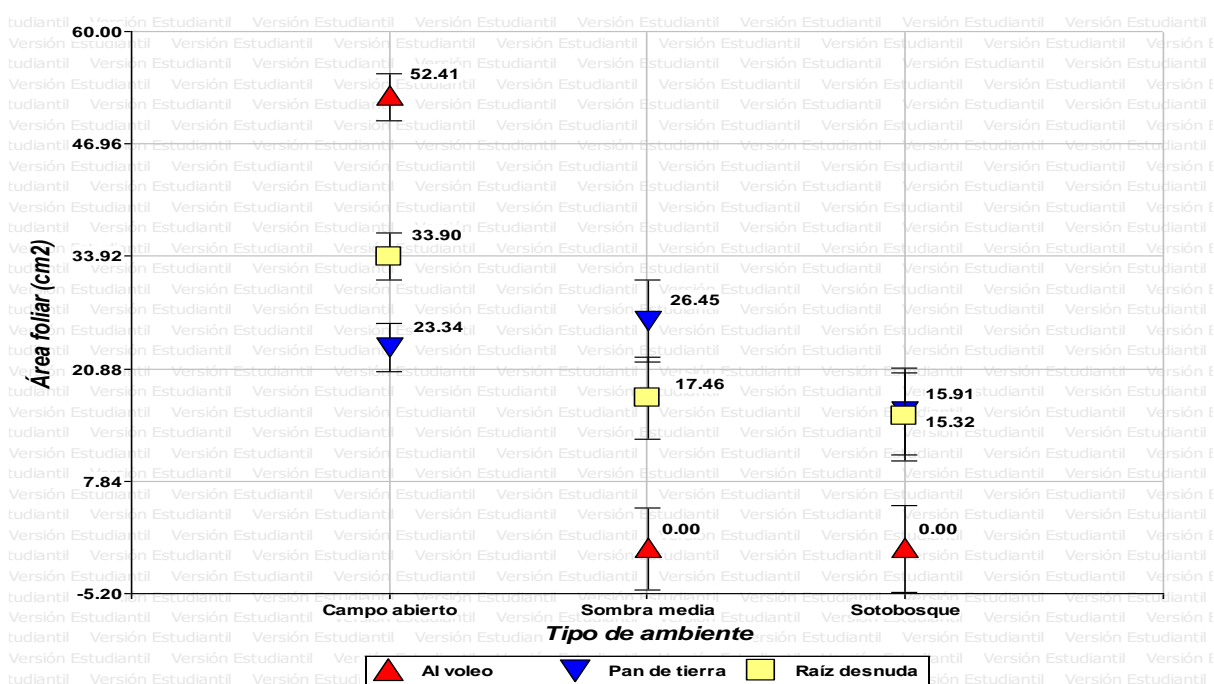
interacciones.

La determinación del área foliar es necesaria para calificar un buen crecimiento y es usada ampliamente en modelos fotosintéticos, evaluación de los sistemas de conducción y poda; siendo necesario disponer de métodos prácticos no destructivos para estimarla en el campo (Smith y Kliewer, 1984).

**Tabla 17.** Prueba de Scott & Knott para datos de área foliar (cm<sup>2</sup>) de *C. spruceanum* en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali.

Tipo de ambiente	Técnica de siembra		
	Al voleo	Pan de tierra	Raíz desnuda
Campo abierto	52,41 a	23,34 c	33,90 b
Sombra media	0,00 d	26,45 c	17,46 d
Sotobosque	0,00 d	15,91 d	15,32 d

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



**Figura 8.** Interacción tipo de ambiente y técnica de siembra respecto al área foliar (cm<sup>2</sup>) - Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali.

La evaluación de las hojas de las plantas de *C. spruceanum* en Jenaro Herrera (78,00 cm<sup>2</sup>) muestran mejores condiciones de crecimiento y desarrollo foliar que las plantas de Panaillo (52,41 cm<sup>2</sup>), en ambos casos con el tipo de ambiente a campo abierto y

técnica de siembra la voleo. Al respecto, Smith y Kliewer (1984) enfatizan que la determinación del área foliar es necesaria para calificar un buen crecimiento. Una mayor área foliar en las plantas establecidas en campo abierto permite aumentar la captación de energía luminosa y conversión en carbohidratos por la hoja, lo cual resulta en mayor acumulación de reservas nutritivas para invertir en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Además, Córdova et al. (2023) registraron indicios de que el área foliar de la especie en estudio presentaba una relación inversa alta con la densidad de estomas lo que estaría influenciando en la reducción de la transpiración, eficiencia en el uso del agua y menor intercambio gaseoso.

#### 4.3. Análisis de la tasa de mortalidad de plantas de *C. spruceanum* en suelos temporalmente inundables en Jenaro Herrera (Loreto) y Nueva Esperanza de Panaillo (Ucayali)

##### 4.3.1. Tasa de mortalidad en *C. spruceanum* - Jenaro Herrera, Loreto

En la **Tabla 18** se muestra el porcentaje de mortalidad en función a los diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra para las parcelas de Jenaro Herrera.

**Tabla 18.** Tasa de mortalidad (%) en *C. spruceanum* en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Jenaro Herrera, Loreto.

Tipo de ambiente	Técnica de siembra	Mortalidad (%)	
		0 meses	16 meses
	Voleo*	0%	0%
Campo Abierto	Pan de tierra	0%	28%
	Raíz desnuda	0%	34%
	Voleo*	0%	0%
Sombra media	Pan de tierra	0%	31%
	Raíz desnuda	0%	50%
	Voleo*	0%	0%
Sotobosque	Pan de tierra	0%	36%
	Raíz desnuda	0%	46%

\*No considerado a evaluación

La tasa de mortalidad en *C. spruceanum* es más elevada y en algunos casos muy baja cuando se utilizan plantones con pan de tierra, esto se vio reflejada en los reportes de Zamora (2013) donde al utilizar plantones con pan de tierra registró 26% de mortalidad y a raíz desnuda fue 35%, posiblemente debido al estrés que sufren las plantas al desprenderse la tierra

de la raíz, resultados más bajos lo obtuvo García (2014) donde solamente a los 12 meses de establecido su estudio encontró un máximo de 1,7% al emplear plántulas con pan de tierra.

#### 4.3.2. Tasa de mortalidad de *C. spruceanum* - Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali

En la **Tabla 19** se muestra el porcentaje de mortalidad en función a los diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra para las parcelas de Nueva Esperanza de Panaillo.

**Tabla 19.** Tasa de mortalidad (%) en *C. spruceanum* en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra - Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali.

Tipo de ambiente	Técnica de siembra	Mortalidad (%)	
		0 meses	16 meses
Campo Abierto	Voleo*	0%	0%
	Pan de tierra	0%	28%
	Raíz desnuda	0%	71%
Sombra media	Voleo*	0%	0%
	Pan de tierra	0%	48%
	Raíz desnuda	0%	61%
Sotobosque	Voleo*	0%	0%
	Pan de tierra	0%	66%
	Raíz desnuda	0%	86%

\*No considerado a evaluación

Para la parcela de Jenaro Herrera, se presentó mayor porcentaje de mortalidad con un 50% en el ambiente de Sombra media con la técnica de Raíz desnuda, y para la parcela de Nueva Esperanza de Panaillo con 86% de mortalidad para el ambiente de Sotobosque con la técnica de Raíz desnuda; Delgado (2014) menciona que, en el bosque húmedo tropical en general, la luz es uno de los factores que más afecta la supervivencia y crecimiento de las plántulas, así mismo Ramírez (2017) menciona que según la cantidad y calidad de la sombra, será las condiciones que se producen en el microclima de la plantación, con influencia en las características químicas y físicas de los suelos y papel fundamental en los procesos fisiológicos de la planta como la fotosíntesis, crecimiento, floración y fructificación.

## V. CONCLUSIONES

1. El mayor crecimiento de las plantas de *C. spruceanum* en promedio para Jenaro Herrera, se obtuvo una altura total de 185,90 cm y diámetro de la base del tallo de 2,98 cm a campo abierto y raíz desnuda. Para Nueva Esperanza de Panaillo, alcanzó una altura total de 190,5 cm y el diámetro de la base del tallo a 1,60 cm a campo abierto y siembra al voleo.
2. El crecimiento foliar de las plantas de *C. spruceanum* que alcanzaron mayores valores en promedio siendo para Jenaro Herrera de 41,61 nm en contenido de clorofila con plantones establecidos con pan de tierra y a campo abierto. Para el caso de Nueva Esperanza de Panaillo, fue de 48,93 nm con siembra a voleo a campo abierto. Para el área foliar, los mayores valores en promedio para Jenaro Herrera fue de 78,00 cm<sup>2</sup> establecido al voleo y a campo abierto y para Nueva Esperanza de Panaillo fue de 52,41 cm<sup>2</sup>.
3. La mayor tasa de mortalidad se presentó en las plantaciones de ambas zonas de investigación establecidas a raíz desnuda, en los diferentes tipos de ambientes, alcanzando la mayor proporción de mortalidad (50%) para Jenaro Herrera establecidos con plantones a raíz desnuda y sombra media. Para Nueva Esperanza de Panaillo la mayor mortalidad fue de 86% con la técnica de siembra a raíz desnuda establecidos en sotobosque, y en los otros tratamientos la mortalidad fue en menor proporción.

## VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Realizar seguimiento con evaluaciones de modo anual, mantenimiento constante y control de malezas; siempre bajo un criterio de experimentación de futuras plantaciones comerciales maderables y de sistemas agroforestales.
2. Examinar el impacto de diferentes fuentes de fertilización orgánica (compost, humus de lombriz, biofertilizantes) en la producción foliar y la calidad fisiológica de las plantas de *C. spruceanum* en suelos inundables.
3. Considerando periodos prolongados de estudios, evaluar cómo distintos grados de sombra (sotobosque, sombra media, y campo abierto) influyen en parámetros morfométricos y fenológicos de *C. spruceanum*.

## VII. REFERENCIAS

- Andrade, M., Assis, R., Wittmann, F., Schöngart, J., y Piedade, M. (2008). Patrones de regeneración en claros antrópicos en la llanura aluvial de Mamirauá RDS, Amazonía Central. *UAKARI*, 4(2), 19-32.
- Baluarte, J., y Nebel, G. (2002). Incremento diamétrico de *Guarea macrophylla* Vahl. y *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hooker F. Ex. Schumann en bosques inundables de la Amazonía Peruana. *Folia Amazónica*, 13(1-2), 109-120. <https://doi.org/10.24841/fa.v13i1-2.140>
- Basyouni, R., Dunn, B., y Goad, C. (2015). Use of non-destructive sensors to assess nitrogen status in potted poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* L. (Willd. ex Klotzsch)) production. *Scientia Horticulturae*, 192, 47-53.
- Basyouni, R., y Dunn, B. (2014). Use of reflectance sensors to monitor plant nitrogen status in horticultural plants. *Agricultural and Forest Meteorology*, 6, 581-584.
- Castillo, A., y Nalvarte, W. (2007). *Descripción dendrológica de 26 especies forestales de importancia comercial: zonas de Tahuamanu y Alto Huallaga*. Cámara Nacional Foresta. <https://es.scribd.com/document/370525744/216180442-Fichas-26-Especies-PDF-pdf>
- Castilho, N. T. F., Guedes, M. C., Rodrigues, D. D. S., Mochiutti, S., y Castilho, N. T. F. (2011). Crescimento do pau mulato (*Calycophyllum spruceanum* Benth) em sistemas agroflorestais de várzea do estuário amazônico. In VII Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, Belém, Pará.
- Cavatte, P. C., Oliveira, A., Morais, L. E., Martins, S. C. V., Sanglard, L. M., & DaMatta, F. M. (2012). Could shading reduce the negative impacts of drought on coffee? A morphophysiological analysis. *Physiol. Plant.*, 144, 111-122.
- Centeno, J. M. (2012). *Dosis de fertilización en el crecimiento inicial de bolaina (Guazuma crinita Mart.) y capirona (Calycophyllum spruceanum (Benth) Hook F.) en Juan Guerra, Región San Martín* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/items/5f5094c4-b891-4dd8-8fba-1b9597778f2c>
- Chung, D. (2013). *Efecto de la fertilización inicial con NPK en tres especies forestales, región San Martín – Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/items/43c6c6fd-6f3d-4484-a1b6-c85c71bc7c9b>

- Córdova, K. S., Ypushima, A. L., Velazco, E. V., Galván, O. F. J., y Riveros, L. (2023). *Morfofisiología foliar en el crecimiento de Calycophyllum spruceanum (Capirona) en Yarinacocha, Ucayali*. Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo. <https://fondoeditorial.unat.edu.pe/index.php/EdiUnat/catalog/view/43/45/83>
- Couturier, G., y Gonzales, J. (1994). Insectos plaga de la “capirona”, *Calycophyllum spruceanum* Benth (Rubiaceae) en sistema agroforestal. *Rev. Per. Ent.*, 37, 97-99. <https://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/entomologia/v37/pdf/a10v37.pdf>
- Cuellar, J., y Reyes P. (2016). Manejo de los bosques naturales y plantaciones forestales. ¿es la capirona *Calycophyllum spruceanum* una opción rentable para la promoción de plantaciones forestales en la amazonia? XII Congreso Nacional Forestal CONAFOR Lima – Perú.
- DaMatta, F. M. (2004). Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. *Field Crops Res.*, 86, 99-114.
- De Jong. (2001). Manejo de árboles y bosques en las llanuras aluviales de la Amazonía peruana. *Forest Ecology and Management*.
- Delgado, L. (2014). *Producción diferencial de biomasa en plántones de cedro colorado (Cedrela odorata L.) bajo gradientes de luz y humedad del suelo* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/625>
- Díaz, R. (2021). Capirona: versatilidad y rendimiento económico al voleo. *ATTALEA Revista de Divulgación Científica*. Dirección de Investigación en Manejo Integral del Bosque y Servicios Ecosistémicos – BOSQUES. <http://attalea.iiap.gob.pe/2021/04/02/capirona-versatilidad-y-rendimiento-economico-al-voleo/>
- Díaz-Soria, R., Souza-Padilla, J., y Vásquez-Vásquez, A. (2021). Reporte preliminar sobre el crecimiento inicial de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook. F. ex K. Schum. a partir del método de siembra de semillas al voleo. *Folia Amazónica*, 30(1), 113-119. DOI: <https://doi.org/10.24841/fa.v30i1.544>
- Elsner, E. A., y Jubb, G. L. (1988). Leaf area estimation of Concord grape leaves from simple linear measurement. *Am. J. Enol. Vitic.*, 39, 95-97.
- Flores, Y. (1994). *Capirona*. Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA).
- Flores, Y. (2002). *Semilla de especies forestales de importancia económica en la región Ucayali*. Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA).
- Flores, Y. (2019). *Fichas técnicas para plantaciones con especies nativas en zonas de selva baja*. INIA, GIZ. <https://repositorio.midagri.gob.pe/jspui/bitstream/MIDAGRI/473/1/>

INIAFlores-Fichas\_t%C3%A9cnicas\_para\_plantaciones\_con\_especies\_nativas\_en\_zona\_de\_Selva\_Baja.pdf

- Freitas-Alvarado, L., Zárate-Gómez, R., Del Castillo-Torres, D., Dávila-Díaz, A., Villacorta-González, C., y Benavides-Ríos, J. (2021). Silvicultura de un rodal de regeneración natural de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex K. Schum (Rubiaceae) en la llanura aluvial inundable de Iquitos, amazonía peruana. *Folia Amazónica*, 30(1), 71-86. <https://doi.org/10.24841/fa.v30i1.545>
- García, A. (2014). *Efecto de la fertilización con NPK en una plantación de capirona (Calycophyllum spruceanum (Benth) Hook f. ex Schumann) en Tingo María, Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/618/T.FRS-221.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gianquinto, G., Sambo, P., y Pimpini, F. (2003). The use of SPAD-502 chlorophyll meter for dynamically optimizing the nitrogen supply in potato crop: First results. *Acta Horticulturae*, 607, 191-196.
- Gitelson, A. A., Gritz, Y., y Merzlyak, M. N. (2003). Relationships between leaf chlorophyll content and spectral reflectance and algorithms for non-destructive chlorophyll assessment in higher plant leaves. *Journal of Plant Physiology*, 160(3), 271-282.
- Gomes, J. M., Couto, L., Leite, H. G., Xavier, A., y Garcia, S. L. R. (2003). Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. *Revista Árvore*, 27(2), 113-127. <https://doi.org/10.1590/s0100-67622003000200001>
- Guedes, M. C., Castilho, N. T., Miranda, D., Fischer, G., Sousa, M., Zaharya, N., y Mochiutti, S. (2012). *Regeneração do pau-mulato: Manejo para uso sustentável da várzea*. Documento técnico. Embrapa Amapá.
- Gutiérrez, J. L. (2019). *Diseño de parcelas divididas*. Universidad Autónoma del Estado de México. [http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/108266/secme-3276\\_1.pdf?sequence=1](http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/108266/secme-3276_1.pdf?sequence=1)
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. P. (2010). *Metodología de la investigación* (5 ed.). Mc Graw Hill/ Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Jaramillo, A., y Chaves, B. (1999). Aspectos hidrológicos en un bosque y en plantaciones de café (*Coffea arabica* L.) al sol y bajo sombra. *Cenicafé*, 50(2), 97-105. [https://www.cenicafe.org/es/publications/arc050\(02\)097-105.pdf](https://www.cenicafe.org/es/publications/arc050(02)097-105.pdf)
- Jimeno, T. (1999). *Evaluación del trasplante y prendimiento de tres especies forestales nativas en la zona de Saposoa, Región San Martín* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de

- San Martín]. Repositorio institucional UNSM. <http://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/1555/ITEM%4011458-712.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lorenzi, H. (1992). *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Plantarum.
- Loyola, O. (2019). *Efecto de cuatro tipos de sustrato en la producción de plántones de capirona (Calycophyllum spruceanum) en el Vivero Forestal de Cervecería San Juan S.A, Ucayali – Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio institucional LAMOLINA. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4294>
- Mas, P. J. (2003). *Guía práctica para la producción de planta en un vivero*. Boletín Técnico Número 5, Volumen 1. Comisión Forestal del Estado.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI]. (2010). *Capirona*. MIDAGRI. <http://www.infobosques.com/descargas/biblioteca/109.pdf>
- Monteiro, E. B., Barbosa, G. C. K., Silva, A. C., Tanaka, A. A., Schmitt, J. S., Souza, A. P., Ferneda, B. G., Sabino, M., Koelln, M. F. B., y Dias, T. K. R. (2015). *Contenido de clorofila en plantas de seis especies bosques tropicales bajo cuatro condiciones de sombra*. Universidad Federal de Mato Grosso.
- Ñaupas, H., Mejía, E., Novoa, E., y Villagómez, A. (2014). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis* (4ª ed.). Ediciones de la U.
- Oliva, M., Vacalla, F., Pérez, D., y Tucto, A. (2014). *Vivero forestal para producción de plántones de especies forestales nativas: experiencia en Molinopampa, Amazonas – Perú*. IIAP. <http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/publ1419.pdf> 20p
- Jarma, A., Cardona, C., y Araméndiz, H. (2012). Efecto del cambio climático sobre la fisiología de las plantas cultivadas: una revisión. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 15(1), 63-76. <https://doi.org/10.31910/rudca.v15.n1.2012.803>
- Padilla, F., De Souza, R., Peña-Fleitas, M., Gallardo, M., Giménez, C., & Thompson, R. (2018). Different responses of various chlorophyll meters to increasing nitrogen supply in sweet pepper. *Frontiers in Plant Science*, 9, 63-72.
- Palomino, J., y Barra, M. (2003). *Especies forestales nativas con potencial para reforestación en la provincia de Oxapampa y fichas técnicas de las especies de mayor prioridad*. Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza (Pronaturaleza).
- Parolin, P., Ferreira, L. V., Albernaz, A. L. K. M., & Almeida, S. S. (2004). Tree Species Distribution in várzea forests of Brazilian Amazonia. *Folia Geobotanica*, 39(4), 371-383.

- Pedroso, B. (2015). *Modelagem da altura, volume e afilamento do fuste de Calycophyllum spruceanum Benth. empregando regressão e redes neurais artificiais – Manaus*. Amazonas, Instituto Nacional de Pesquisas Da Amazônia – INPA.
- Pinto, A., Von Sperling, E., & Moreira, R. (2001). Chlorophyll-a determination via continuous measurement of plankton fluorescence: Methodology Development. *Water Res.*, 35(16), 3977-3981.
- Queiroz, J. A. L., & Machado, S. A. (2007). Potencial da utilização madeireira de espécies florestais de várzea no município de Mazagão no Estado do Amapá. *Revista Floresta*, 37(2), 293-302.
- Queiroz, J. D., y Muschietti, S. (2000) Efecto del manejo de la arboleda de acai en la diversidad de especies en el estuario del Amazonas. En: *Simposio Internacional IUFRO, Belém, 2000*, Resúmenes. [SI]. p. 135.
- Quevedo, A., Schwarzkopf, T., García, C., y Jerez, M. (2016). Ambiente de luz del sotobosque de una selva nublada andina: estructura del dosel y estacionalidad climática. *Revista de Biología Tropical*, 64(4), 1-9.
- Quezada, N. (2015). *Metodología de la investigación*. Estadística aplicada en la investigación. Macro EIRL.
- Rasband, W. S. (2007). *ImageJ*. US National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA. <http://rsbweb.nih.gov/ij/>.
- Rego, G. M., & Possamai, E. (2006). Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e Crescimento inicial do Jequitibá-rosa. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 53, 179-194. <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/210>.
- Reynel, C., Pennington, R. T., Pennington, T. D., Flores, C., y Daza, A. (2003). *Árboles útiles de la amazonía peruana. Un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de especies*.
- Rincón, N., Olarte, M., y Pérez J. (2012). *Determinación del área foliar en fotografías tomadas con una cámara web, un teléfono celular o una cámara semiprofesional*. Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín.
- Rodríguez, F. (1995). *El recurso del suelo en la amazonia peruana, diagnóstico para su investigación*. Documento Técnico N° 14. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.
- Sears, R., Ugarte, J., y Soudre, M. (2002). La autoecología y la ecología de *Calycophyllum spruceanum*. Un árbol de la Varzea Amazónica. *IX Congreso Nacional de Botánica*. Iquitos-Perú.

- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología [SENAMHI]. (2019). *Climas del Perú – Mapa de Clasificación Climática Nacional*. SENAMHI.
- Silva, U. R. L., Takiyama, L. R., & Silva, S. L. F. (2006). *Atlas da Zona Costeira Estuarina do Amapá: do Diagnóstico Socioambiental ao Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro Participativo*. Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Amapá.
- Smith, R. J., & Kliewer, W. M. (1984). Estimation of Thompson Seedless grapevines leaf area. *Am. J. Enol. Vitic.*, 35, 16-22.
- Solórzano, H. H. (2014). *Comportamiento de la caoba (Swietenia macrophylla King.) en una plantación a campo abierto y bajo sombra en Tingo María* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/items/6a5f91f3-1fb7-414e-8eea-b5f4bc72e8fe>
- Sotelo, C., Weber, J., y Vidaurre, H. (2000). Plantación de capirona para la producción de madera de alta calidad. *Bosques Amazónicos*, 20, 12-31.
- Spichiger, R., Meroz, J., Loizeau, P. A., y Stutz de Oretga, L. (1990). *Contribución a la flora de la Amazonía peruana; los árboles del arborétum Jenaro Herrera (V 2)*. Conservatorio y Jardín Botánicos de la ciudad de Ginebra, Organización Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.
- Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M., & Murphy, A. (2014). *Plant physiology & development* (6<sup>th</sup>). Oxford University Press.
- Uddling, J., Gelang-Alfredsson, J., Piikki, K., & Pleijel, H. (2007). Evaluating the relationship between leaf chlorophyll concentration and SPAD-502 chlorophyll meter readings. *Photosynthesis Research*, 91(1), 37-46.
- Ugarte, L. J., y Domínguez, G. (2010). índice de sitio (IS) de *Calycophyllum spruceanum* Benth. en relación con la altura dominante del rodal en ensayos de plantación en la cuenca del Aguaytía, Ucayali, Perú. *Ecología Aplicada*, 9(2), 101-111. <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v9n2/a05v9n2.pdf>
- Ushiñahua, D. (2016). *Comportamiento fenológico preliminar de capirona en la provincia de San Martín, región San Martín*. Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario Estación Experimental Agraria “El Porvenir” San Martín. Hoja Divulgativa N° 002 – 2016. <https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/213/1/HD-2-2016-Capirona.pdf>
- Xiao-Tao, L., Jiang-Xia, Y., & Jian-Wei, T. (2010). Diversity and composition of understory vegetation in the tropical seasonal rain forest of Xishuangbanna, SW China. *Revista de Biología Tropical*, 59(1), 455-463.
- Zamora, A. R. (2013). *Crecimiento, sobrevivencia y calidad de las plántulas de Guazuma sp.*

*"bolaina blanca" y Calycophyllum sp. "capirona" a raíz desnuda y pan de tierra, en el vivero del CIEFOR Puerto Almendras, Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio institucional UNAP. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/2462>

Zebarth, B. J., Younie, M., Paul, J., & Bittman, S. (2002). Evaluation of leaf chlorophyll index for making fertilizer nitrogen recommendations for silage corn in a high fertility environment. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 33(5-6), 665-684.

## **ANEXOS**



**Figura 9.** Germinación de *C. spruceanum* en cama de almácigo.



**Figura 10.** Plantones de *C. spruceanum* en vivero.



**Figura 11.** Traslado de plántulas de *C. spruceanum* en camioneta.



**Figura 12.** Traslado de plántulas *C. spruceanum* en bote.



**Figura 13.** Tipo de ambiente - Campo abierto.



**Figura 14.** Tipo de ambiente - Sombra media.



**Figura 15.** Tipo de ambiente - Sotobosque.



**Figura 16.** Plantas de *C. spruceanum* a 16 meses de establecido al voleo en campo abierto en Panaillo, Ucayali.



**Figura 17.** Medición de variable de diámetro en plantas de *C. spruceanum*.



**Figura 18.** Medición de variable de altura en plantas de *C. spruceanum*.



**Figura 19.** Medición de variable de altura en plantas de *C. spruceanum*.



**Figura 20.** Muestreo de suelos en las diferentes parcelas de investigación.

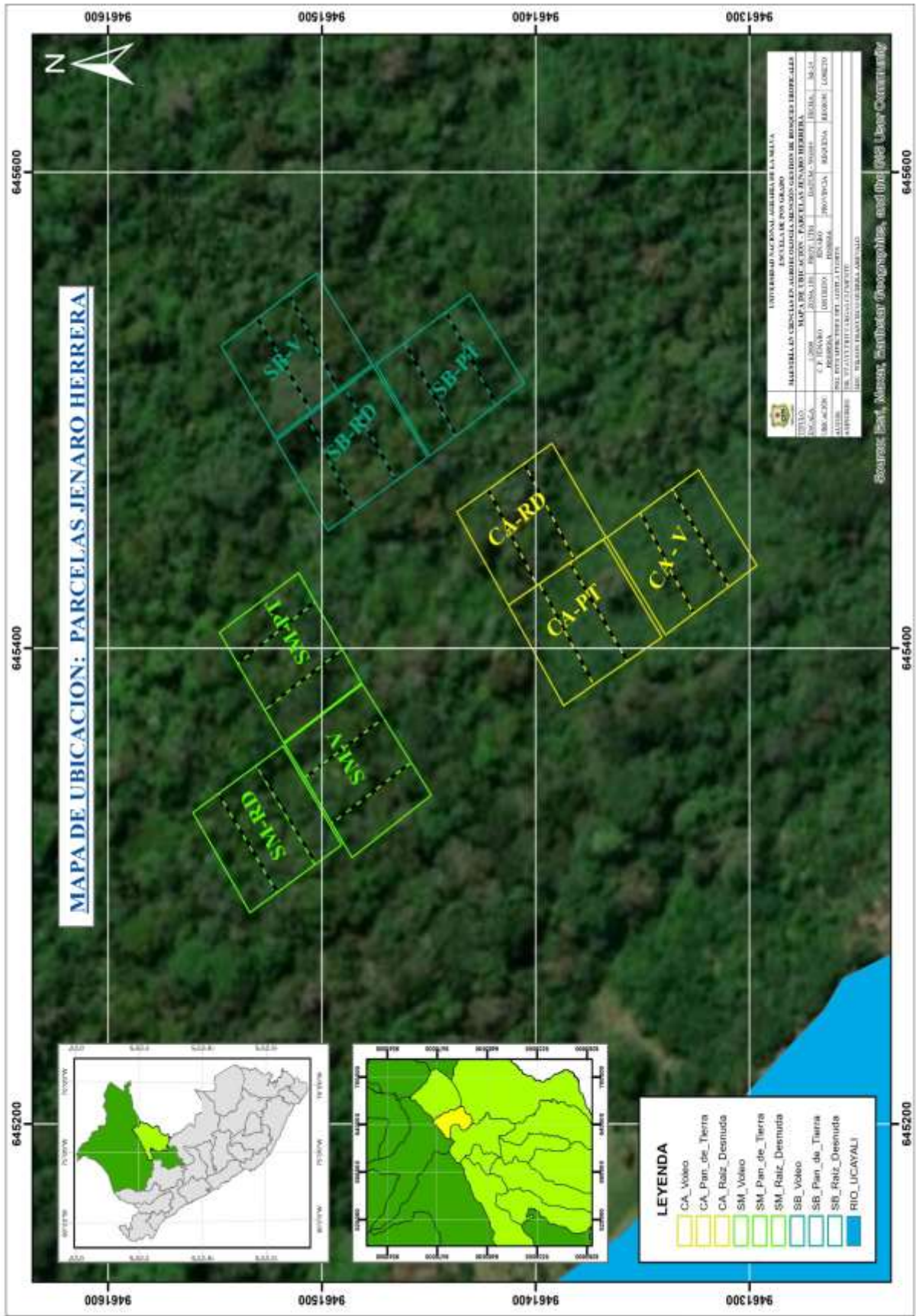


Figura 21. Mapa de ubicación de parcelas en Jenaro Herrera, Loreto.

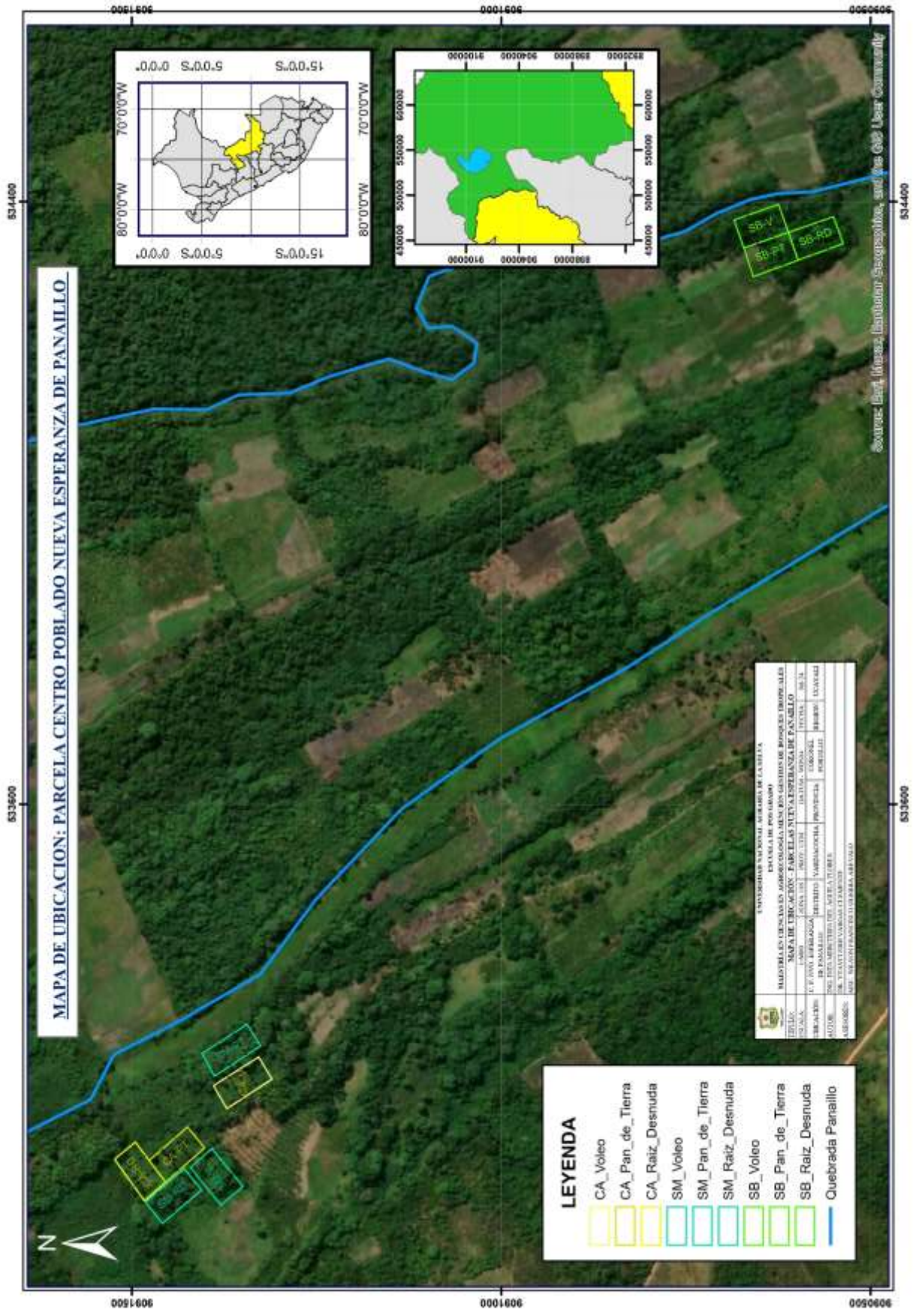


Figura 22. Mapa de ubicación de parcelas en Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali.

**Tabla 20.** Número de plantas de *C. spruceanum* vivos por tipo de ambiente y técnica de siembra en Jenaro Herrera, Loreto.

Tipo de ambiente	Técnica de siembra			Total
	Voleo	Pan de tierra	Raíz desnuda	
Campo abierto	63	414	378	855
Sombra media	0	395	287	682
Sotobosque	0	370	309	679
Total	63	1179	974	2216

**Tabla 21.** Número de plantas de *C. spruceanum* vivos por tipo de ambiente y técnica de siembra en Panaillo, Ucayali.

Tipo de ambiente	Técnica de siembra			Total
	Voleo	Pan de tierra	Raíz desnuda	
Campo Abierto	565	412	169	1146
Sombra media	0	297	222	519
Sotobosque	0	198	81	279
Total	565	907	472	1944

**Tabla 22.** Criterios para la toma correcta de muestras de suelo.

<b>Criterio</b>	<b>Observación</b>
1. Selección del área Topografía Límites naturales Vegetación o cultivo Manejo Color Textura	Se escogen áreas con características similares de topografía, con un mismo cultivo o variedad, con un manejo similar (riego, sombra, poda, sistema de siembra). Un límite natural como un camino o un río pueden separar lotes. Suelos con color y textura similar.
2. Tamaño de lotes Cultivos perennes Cultivos intensivos Cultivos extensivos	En frutales y otros perennes: 2 y 10 ha. En cultivos intensivos como hortalizas, ornamentales y flores: menos de 2 ha. Cultivos extensivos en riego por goteo como melón y sandía: 2-5 ha. Cultivos extensivos como arroz, pastos y banano: 5-10 ha. Cultivos extensos y homogéneos (caña de azúcar, palma, forestales): 10-20 ha.
3. Número y tamaño de submuestras Número de submuestras Tamaño de submuestras	Mínimo 10 submuestras, se mezclan entre sí y se selecciona 0.5 kg para análisis. Profundidad para mayoría de cultivos: 0-20 cm. Pastos: 7-10 cm. Cultivos perennes y forestales: 0-20 cm y 20-40 cm.
4. Sitio de muestreo Área de aplicación de fertilizante Entrecalle	Aleatorio en zig zag Banda de fertilización: 10-50 cm de planta en cultivos de hortalizas, y perennes de alta densidad Zona de rodaja en perennes y forestales No muestrear sitios recién fertilizados o encalados (<1 mes), caminos, trillos, cerca de edificios, áreas encharcadas Riego por goteo: zona media entre el gotero y el extremo del bulbo de humedecimiento.
5. Época de muestreo Antes de siembra Áreas sembradas	1-2 meses antes de sembrar para contar con tiempo suficiente para correcciones. Poco antes de inicio de lluvias Pastos: después del pastoreo Frecuencia de muestreo: 1-3 años, depende de fertilidad.
6. Identificación Nombre empresa Ubicación Cultivo Lote o sección, fecha	Utilizar bolsas plásticas Muestras de suelo no se deterioran si pasa un tiempo prudencial sin ser enviadas al laboratorio
7. Tipo de análisis	Rutina: pH, Acidez intercambiable, Ca, Mg, K, P, S, Fe, Cu, Zn, Mn. Muestreo primera vez: rutina + textura, materia orgánica Clasificación: anteriores + CIC y bases en acetato de amonio, densidad aparente y de partículas, curvas de retención de humedad. Riego por goteo: rutina + conductividad eléctrica.

Fuente: Ramírez (1998).

**Tabla 23.** Valores para la interpretación de análisis de suelo.

<b>Variable</b>	<b>Unidad</b>	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Optimo</b>	<b>Alto o perjudicial</b>
M.O.	%	<2	2 – 5	5 – 10	>10
pH	X	<5	5 – 6	6 – 7	>7
CIC (bases totales)	meq/100 g	<5	5 – 15	>15	X
CIC efectivo	meq/100 g	<5	5 – 15	>15	X
C.E.	dS/m	<2	2 – 4	4 – 8	>8
Aluminio*	cmol/L	<0,25	0,36 - 0,50	0,5 – 0,80	>0,81
S.A.	%	X	10 – 30	<10	>30
Nitrógeno**	%	<0,12	0,12 – 0,18	0,18 – 0,24	>24
P disponible	ppm	<12	12 – 20	20 – 50	>50
K disponible	cmol/L	< 0,2	0,2 – 0,5	0,5 – 0,8	> 0,
Ca	meq/100 g	<4	4 – 6	6 – 15	>15
Mg	meq/100 g	<1	1 – 3	3 – 6	>6
K	meq/100 g	<0,2	0,2 – 0,5	0,5 – 0,8	>0,8
Na***	meq/100 g	<0,2	0,2 – 0,5	0,5 – 1,0	>1
Acidez (Al, H)	meq/100 g	X	0,3 – 1	<0,3	>1
Fierro	mg/L	<5	5–10	10–50	>50
Cobre	mg/L	<0,5	0,5–1	1–20	>20
Manganeso	mg/L	<5	5–10	10–50	>50
Zinc	mg/L	<2	2–3	3–10	>10

Fuente: Molina y Meléndez (2002)

\*Grupoclinicaagricola.com (2022)

\*\* FEADER, 2014

\*\*\*Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas, Plantas y Fertilizantes, UNALM

**Tabla 24.** Resultados de análisis del suelo para las parcelas de Jenaro Herrera Loreto y Nueva Esperanza de Panaillo, Ucayali.

Id	Código	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )		pH		Análisis de Textura				Estr.	Prof.	Porosidad	Color del perfil	AB	Moteado
		Nivel	Interpretación (*)	Nivel	Interpretación (**)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural						
1	CA/0-10/JH	0,95	Ideal	4,4	Bajo	22,17	44,22	33,62	Franco Arcilloso	Mo	Mo	Buena	Marrón	Mo	Bueno
2	SM/0-10/JH	1,04	Ideal	4,5	Bajo	20,17	44,22	35,62	Franco Arcilloso	Mo	Mo	Buena	Marrón	Mo	Bueno
3	SB/0-10/JH	1,05	Ideal	4,4	Bajo	14,17	48,22	37,62	Franco Arcillo Limoso	Bu	Mo	Buena	Marrón	Mo	Bueno
4	C-SB/0-10/JH	1,05	Ideal	5,2	Medio	10,53	51,57	37,90	Franco Arcillo Limoso	Bu	Mo	Buena	Marrón	Mo	Bueno
5	CA/10-30/JH	1,48	Afecta crecimiento radicular	4,5	Bajo	24,17	40,22	35,62	Franco Arcilloso	Mo	Mo	Moderada	Marrón rojizo	MP	Moderado
6	SM/10-30/JH	1,43	Afecta crecimiento radicular	4,4	Bajo	26,17	36,22	37,62	Franco Arcilloso	Mo	Mo	Moderada	Marrón rojizo	MP	Moderado
7	SB/10-30/JH	1,43	Afecta crecimiento radicular	4,4	Bajo	12,17	38,22	49,62	Arcilla	Ma	Mo	Moderada	Marrón rojizo	MP	Moderado
8	CA/30-50/JH	1,41	Afecta crecimiento radicular	5,0	Medio	18,17	36,22	45,62	Arcilla	Ma	Mo	Moderada	Marrón claro	Mo	Moderado
9	SM/30-50/JH	1,45	Afecta crecimiento radicular	5,1	Medio	18,17	38,22	43,62	Arcilla	Ma	Mo	Moderada	Marrón claro	MP	Moderado
10	SB/30-50/JH	1,47	Afecta crecimiento radicular	3,9	Bajo	20,17	28,22	51,62	Arcilla	Ma	Mo	Moderada	Marrón claro	MP	Moderado
11	CA/0-10/P	1,22	Afecta crecimiento radicular	5,5	Medio	10,17	38,22	51,62	Arcilla	Ma	Mo	Buena	Marrón rojizo	Mo	Bueno
12	SM/0-10/P	1,02	Afecta crecimiento radicular	5,9	Medio	10,17	38,22	51,62	Arcilla	Ma	Mo	Buena	Marrón rojizo	Mo	Bueno
13	C-SM/0-10/P	1,02	Afecta crecimiento radicular	4,0	Bajo	18,53	35,57	45,90	Arcilla	Ma	Mo	Buena	Marrón rojizo	Mo	Bueno
14	SB/0-10/P	0,75	Ideal	4,8	Bajo	8,17	10,22	81,62	Arcilla	Ma	Mo	Buena	Marrón rojizo	Mo	Bueno
15	CA/10-30/P	1,39	Afecta crecimiento radicular	5,7	Medio	10,17	42,22	47,62	Arcillo Limoso	Mo	Mo	Moderada	Marrón claro	MP	Moderado
16	SM/10-30/P	1,27	Afecta crecimiento radicular	6,0	Optimo	6,17	44,22	49,62	Arcillo Limoso	Mo	Mo	Moderada	Marrón claro	MP	Moderado
17	SB/10-30/P	1,15	Afecta crecimiento radicular	5,4	Medio	6,17	16,22	77,62	Arcilla	Ma	Mo	Moderada	Marrón claro	MP	Moderado
18	CA/30-50/P	1,42	Afecta crecimiento radicular	4,5	Bajo	4,17	48,22	47,62	Arcillo Limoso	Mo	Mo	Moderada	Marrón claro	MP	Moderado
19	SM/30-50/P	1,39	Afecta crecimiento radicular	4,4	Bajo	8,17	46,22	45,62	Arcillo Limoso	Mo	Mo	Moderada	Marrón claro	MP	Moderado
20	SB/30-50/P	1,32	Afecta crecimiento radicular	4,7	Bajo	4,17	30,22	65,62	Arcilla	Ma	Mo	Moderada	Marrón claro	MP	Moderado

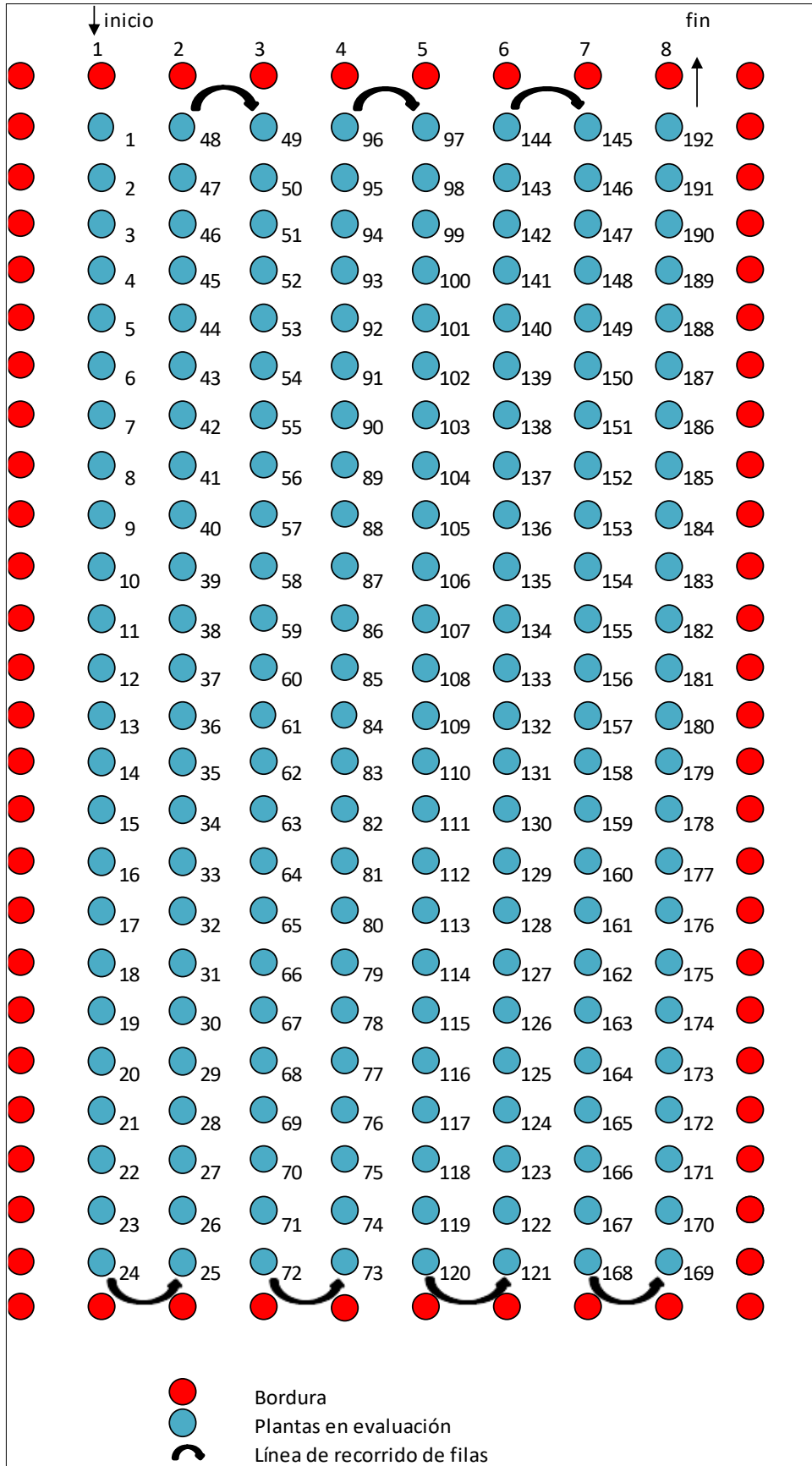
Estr.: Estructura (Mo: Moderada, Bu: Buena, Ma: Mala); Prof.: Profundidad (Mo: Moderada); AB: Actividad biológica (Mo: Moderado, MP: Muy pobre).

Fuente: Elaboración propia. (\*) USDA (1999), (\*\*) Molina y Meléndez (2002)

**Tabla 25.** Puntos GPS de muestreo de suelos.

N°	Localidad	Código	Cobertura	Tratamiento	Coordenadas UTM	
					X	Y
1	Jenaro Herrera	CA V	Campo abierto	Voleo	645429	9461329
2	Jenaro Herrera	CA PT	Campo abierto	Pan de tierra	645406	9461380
3	Jenaro Herrera	CA RD	Campo abierto	Raíz desnuda	645452	9461395
4	Jenaro Herrera	SM V	Sombra media	Voleo	645346	9461470
5	Jenaro Herrera	SM PT	Sombra media	Pan de tierra	645329	9461521
6	Jenaro Herrera	SM RD	Sombra media	Raíz desnuda	645404	9461499
7	Jenaro Herrera	SB V	Sotobosque	Voleo	645570	9461485
8	Jenaro Herrera	SB PT	Sotobosque	Pan de tierra	645504	9461443
9	Jenaro Herrera	SB RD	Sotobosque	Raíz desnuda	645519	9461483
10	Jenaro Herrera	Control	N/A	N/A	645482	9461425
11	Panaillo	CA V	Campo abierto	Voleo	533245	9091332
12	Panaillo	CA PT	Campo abierto	Pan de tierra	533143	9091444
13	Panaillo	CA RD	Campo abierto	Raíz desnuda	533113	9091478
14	Panaillo	SM V	Sombra media	Voleo	533125	9091385
15	Panaillo	SM PT	Sombra media	Pan de tierra	533081	9091446
16	Panaillo	SM RD	Sombra media	Raíz desnuda	533278	9091355
17	Panaillo	SB V	Sotobosque	Voleo	534353	9090576
18	Panaillo	SB PT	Sotobosque	Pan de tierra	534328	9090613
19	Panaillo	SB RD	Sotobosque	Raíz desnuda	534374	9090613
20	Panaillo	Control	N/A	N/A	534404	9090643

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 23.** Croquis de distribución de plantones de *C. spruceanum* en los diferentes tipos de ambientes.

Tabla 26. Matriz de consistencia.

Título: Efecto de los diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra sobre el crecimiento de plantas de <i>Calycophyllum spruceanum</i> (capirona) en suelos inundables de Loreto y Ucayali.					
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Aspectos metodológicos
¿Qué efecto produce los diferentes tipos de ambientes y las técnicas de siembra en el crecimiento de plantas de <i>C. spruceanum</i> en suelos inundables de Loreto y Ucayali?	<p><b>Objetivo general:</b> Determinar el efecto de los diferentes tipos de ambientes y técnicas de siembra sobre el crecimiento de plantas de <i>C. spruceanum</i> en suelos inundables de Loreto y Ucayali.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Determinar el crecimiento de plantas de <i>C. spruceanum</i> en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra en suelos temporalmente inundables.</li> <li>– Determinar el crecimiento foliar de plantas de <i>C. spruceanum</i> en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra en suelos temporalmente inundables.</li> <li>– Calcular la tasa de mortalidad de plantas de <i>C. spruceanum</i> en función de diferentes tipos de ambiente y técnicas de siembra en suelos temporalmente inundables.</li> </ul>	Los diferentes tipos de ambientes y técnicas de siembra producen efectos diferentes sobre crecimiento de las plantas de <i>C. spruceanum</i> establecidas en zonas temporalmente inundables de Loreto y Ucayali.	<p><b>Variables independientes (X):</b> Tipos de ambientes Técnicas de siembra.</p> <p><b>Variables dependientes (Y: Crecimiento):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Altura de planta (cm)</li> <li>– Diámetro basal del tallo (mm)</li> <li>– Área foliar (cm<sup>2</sup>)</li> <li>– Clorofila total “Índice de clorofila SPAD” (mg)</li> <li>– Mortalidad</li> </ul>	<p>Altura Total (cm)</p> <p>Diámetro (mm)</p> <p>Área foliar (cm<sup>2</sup>)</p> <p>Clorofila total (SPAD)</p> <p>Total de plantas muertas</p>	<p><b>Enfoque de investigación:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicada, cuantitativa.</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> Aplicativa</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> Diseño en bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo de parcelas divididas</p> <p><b>Población:</b> 9 999 plántones <i>C. spruceanum</i>.</p> <p><b>Muestra:</b> 1 111 plántones.</p> <p><b>Muestreo:</b> Aleatorio.</p> <p><b>Técnicas de recolección de datos:</b> Uso de formatos de evaluación. Uso de Cámara semi profesional</p> <p><b>Técnicas de análisis de datos:</b> Los datos serán sometidos a pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas. Los datos normales y homogéneos, serán sometidos a análisis de varianza. Las medias serán comparadas mediante la prueba de Tukey.</p>

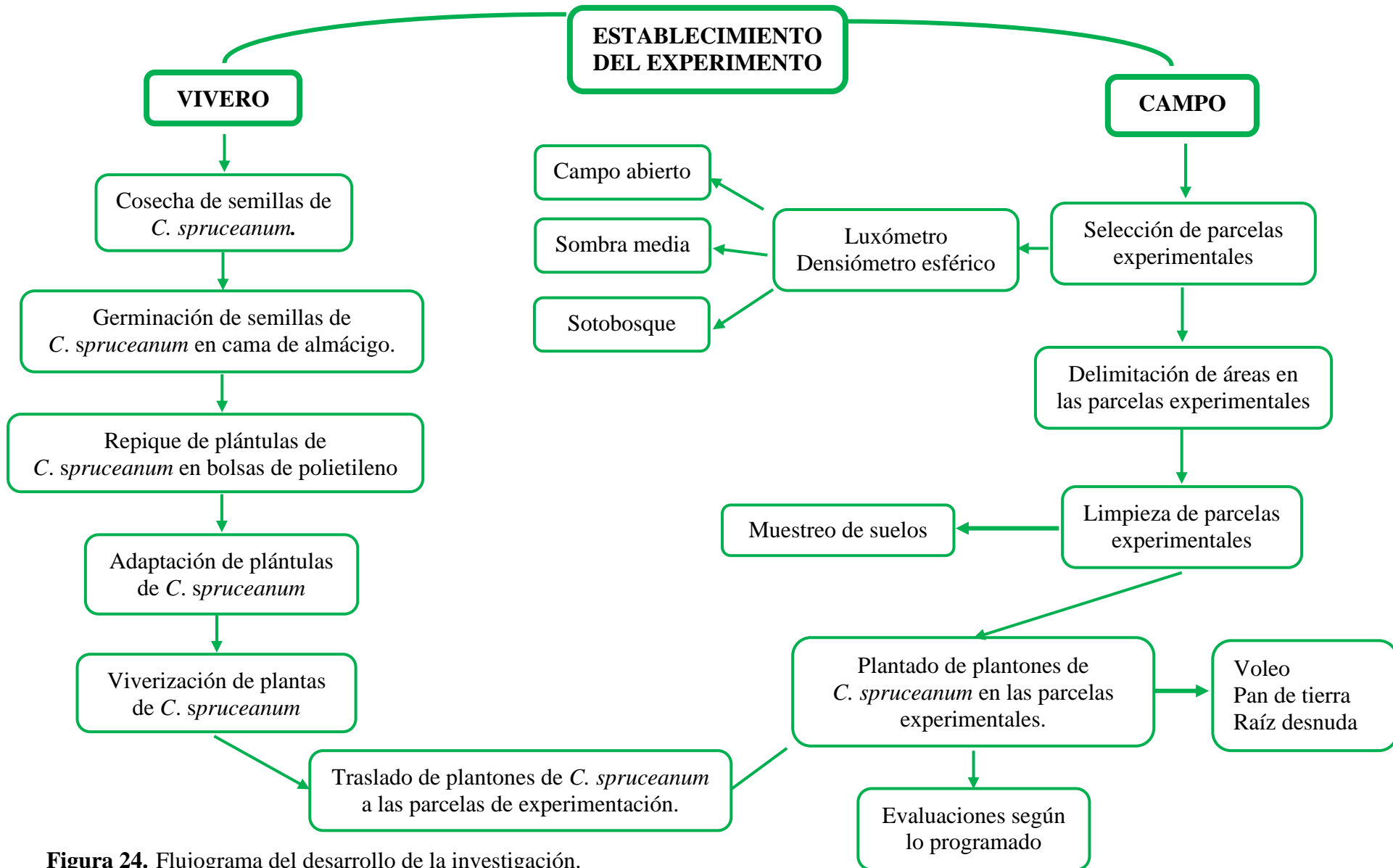


Figura 24. Flujoograma del desarrollo de la investigación.