



**UNAP**



FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

TESIS

**“ESTRUCTURA, COMPOSICIÓN Y VALORACIÓN ECONÓMICA DEL BOSQUE  
DE TERRAZA BAJA DE LA COMUNIDAD NATIVA NUEVO HORIZONTE – RIO  
TIGRILLO, LORETO – PERÚ 2017”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR:

**RODRIGO BOCANEGRA CORDOVA**

ASESOR:

**Ing. SEGUNDO CORDOVA HORNA, Dr.**

**IQUITOS, PERÚ**

**2024**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 033-CCGyT-FCF-UNAP-2024**

En Iquitos, en la sala de conferencias de la Facultad de Ciencias Forestales, a los 19 días del mes de junio del 2024, a horas 10:00 am., se dio inicio a la sustentación pública de la tesis: **"ESTRUCTURA, COMPOSICION Y VALORACION ECONOMICA DEL BOSQUE DE TERRAZA BAJA DE LA COMUNIDAD NATIVA NUEVO HORIZONTE- RIO TIGRILLO, LORETO – PERÚ 2017"**, aprobado con R.D. N° 443-2018-FCF-UNAP, presentado por el bachiller **RODRIGO BOCANEGRA CORDOVA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal, que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

El jurado calificador y dictaminador designado mediante R.D. N° 029-2018-FCF-UNAP, está integrado por:

<b>Ing. Ronald Burga Alvarado, Dr.</b>	<b>: Presidente</b>
<b>Ing. Jorge Luis Rodríguez Gómez, Dr.</b>	<b>: Miembro</b>
<b>Ing. Richer Ríos Zumaeta, Dr.</b>	<b>: Miembro</b>

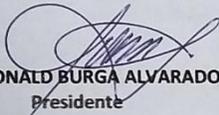
Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: SATISFACTORIAMENTE

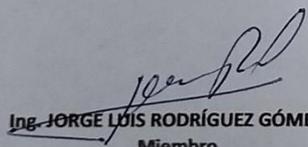
El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

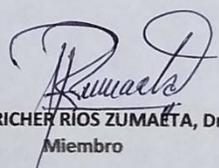
La sustentación pública y la tesis han sido: APROBADAS con la calificación de BUENO

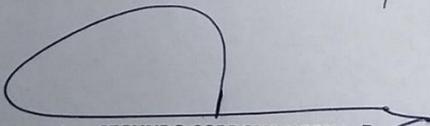
Estando el bachiller apto para obtener el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

Siendo las 9:45 Se dio por terminado el acto ACADÉMICO

  
Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.  
Presidente

  
Ing. JORGE LUIS RODRÍGUEZ GÓMEZ, Dr.  
Miembro

  
Ing. RICHER RÍOS ZUMAETA, Dr.  
Miembro

  
Ing. SEGUNDO CORDOVA HORNA, Dr.  
Asesor

**Conservar los bosques benefician a la humanidad ¡No lo destruyas!**

Ciudad Universitaria "Puerto Almendra", San Juan, Iquitos-Perú

www.unapiquitos.edu.pe

Teléfono: 065-225303

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA**

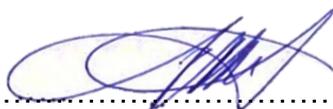
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

Escuela Profesional de Ingeniería Forestal

“Estructura, Composición y Valoración Económica del Bosque de Terraza Baja de la  
Comunidad Nativa Nuevo Horizonte – Río Tigrillo, Loreto – Perú 2017”

Tesis sustentada y aprobada el 19 de junio del 2024

**MIEMBROS DEL JURADO**



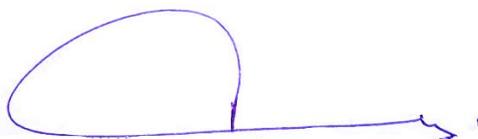
.....  
Ing. Ronald Burga Alvarado, Dr.  
REG. CIP: 45725  
Presidente



.....  
Ing. Jorge Luis Rodríguez Gómez, Dr.  
REG. CIP: 46360  
Miembro



.....  
Ing. Richer Ríos Zumaeta, Dr.  
REG. CIP: 50411  
Miembro



.....  
Ing. Segundo Córdova Horna, Dr.  
REG. CIP: 65032  
**Asesor**

NOMBRE DEL TRABAJO

**FCF\_TESIS\_BOCANEGRA CORDOVA.pdf**

AUTOR

**RODRIGO BOCANEGRA CORDOVA**

RECUENTO DE PALABRAS

**14041 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**67799 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**78 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**854.1KB**

FECHA DE ENTREGA

**Jul 22, 2024 1:15 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jul 22, 2024 1:15 PM GMT-5**

● **17% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 17% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 9% Base de datos de trabajos entregados
- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

## DEDICATORIA

- La presente tesis está dedicado a mis padres Segundo Bocanegra y Dioselina Córdova.
- A mi señora Bessy Vela y a mi hija Yaiza Denisse por el apoyo incondicional brindado en el tiempo que duró el desarrollo de la investigación.

## **AGRADECIMIENTO**

- A la empresa TRIMASA, sobre todo al Ing. Gabriel Valdivia y a todos mis compañeros de trabajo del departamento forestal; A Moises López, Luis Cáceres, Roy Rosales, Gers Vásquez y en memoria de Ruller Soto Honorio, por apoyo incondicional en la recolección de datos en campo.

## ÍNDICE GENERAL

	Pag.
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADO Y ASESOR	iii
RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Bases teóricas	7
1.3 Definición de términos básicos	17
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	20
2.1 Formulación de la hipótesis	20
2.2 Variables y su operacionalización	20
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	22
3.1 Diseño metodológico	22

<b>3.2 Diseño muestral</b>	<b>23</b>
<b>3.3 Procedimiento de recolección de datos</b>	<b>23</b>
<b>3.4 Procesamiento y análisis de los datos</b>	<b>26</b>
<b>3.5 Aspectos éticos</b>	<b>32</b>
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS</b>	<b>33</b>
<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN</b>	<b>67</b>
<b>CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES</b>	<b>73</b>
<b>CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES</b>	<b>76</b>
<b>CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	<b>77</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>81</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

N°	Pág.
1. Clasificación de las especies por frecuencia absoluta	11
2. Comparación de escalas de cobertura	13
3. Variables y su operacionalización	21
4. N/ha de la zona de muestreo 1	33
5. N/ha de la zona de muestreo 2	34
6. T de Student para N/ha entre zonas de muestreo	35
7. G/haa de la zona muestreo 1	35
8. G/ha de la zona de muestreo 2	36
9. T de Student para el G/ha entre zonas de muestreo	37
10. V/ha de la zona de muestreo 1	37
11. V/ha de la zona de muestreo 2	38
12. T para el V/ha entre zonas de muestreo	39
13. Distribución por clases de altura zona de muestreo 1	39
14. Distribución por clases de altura zona de muestreo 2	41
15. Composición florística de la zona de muestreo 1	42
16. Composición florística de la zona de muestreo 2	42
17. Índice de valor de importancia de la zona de muestreo 1	43
18. Índice de valor de importancia de la zona de muestreo 2	44
19. T de Student del IVI entre zonas de muestreo	45

20.Índice de Shannon y riqueza de especies zonas de muestreo 1	45
21.Índice de Simpson y riqueza de especies zona de muestreo 2	46
22.Valoración económica de la zona de muestreo 1	46
23.Valoración económica de la zona de muestre 2	47
24.T de Student de la valoración económica entre zonas de muestreo	48
25.N/ha muestreado mediante el censo forestal	49
26.N/ha d muestreado mediante el inventario forestal	50
27.T de Student para el N/ha entre métodos de muestreo	51
28.G/ha muestreado mediante el censo forestal	51
29.G/ha muestreado mediante el inventario forestal	52
30.T de Student para el G/ha entre métodos de muestreo	53
31.V/ha muestreado mediante el censo forestal	54
32.V/ha muestreado mediante el inventario forestal	54
33.T de Student para el V/ha por métodos de muestreo	55
34.Distribución por clases de altura según el censo forestal	56
35.Distribución por clases de altura según el inventario forestal	58
36.Composición florística según el censo forestal	59
37.Composición florística según el inventario forestal	60
38.IVI de las especies registradas en el censo forestal	61
39.IVI de las especies registradas en el inventario forestal	61
40.T de Student para el IVI entre métodos de muestreo	62
41.Índice de Shannon y riqueza de especies por métodos de muestreo	63
42.Índice de Simpson y riqueza de especies por métodos de muestreo	63

43. Valoración económica de las especies según el censo forestal	64
44. Valoración económica de las especies según el inventario forestal	78
45. T de Student valoración económica entre métodos de muestreo	79

## ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Pág.
1.Condiciones forestales que abarca el análisis estructural	8
2.Diferencias entre el área basal y la cobertura arbórea	10
3.Tipos de distribución espacial de los individuos de una comunidad	11
4.Levantamiento de un perfil de vegetación	14
5.Influencia de los claros en la composición florística	16
6.Medición de altura y diámetro.	25
7.Distribución de individuos por clases de altura de la zona 1	40
8.Distribución de individuos por clases de altura de la zona 2.	41
9.Distribución de los individuos por clases de altura según el censo forestal.	57
10.Distribución de los individuos por clases de altura según el inventario forestal.	58
11.QQ plot para N/ha entre zonas de muestreo.	83
12.Öspersñ de puntos del N/ha entre zonas de muestreo.	81
13.ÖQQ plot para G/ha entre zonas de muestreo	86
14. ) spersñ de puntos del G/ha entre zonas de muestreo.	8
15. ) QQ plot para †/ha entre zonas de muestreo	8
16. ) spersñ de puntos del G/ha entre zonas de muestreo.	
17. ) QQ plot para @entre zonas de muestreo.	
18. ) spersñ de puntos del @entre zonas de muestreo.	
19. ) QQ plot para alorañ entre zonas de muestreo.	
20. ) spersñ de puntos de la alorañ entre zonas de muestreo.	6
21. ) QQ plot para V/ha entre m todos de muestreo.	8
22. ) spersñ de puntos del V/ha entre m todos de muestreo.	
23. ) QQ plot para G/ha entre m todos de muestreo.	1 1
24. ) spersñ de puntos del G/ha entre m todos de muestreo.	1
25. ) QQ plot para †/ha entre m todos de muestreo.	1 4
26. ) spersñ de puntos del †/ha entre m todos de muestreo.	1
27. ) QQ plot para @entre m todos de muestreo.	1
28. ) spersñ de puntos del @entre m todos de muestreo.	1 8
29. ) QQ plot para la alorañ e on m a entre m todos de muestreo.	11
30. ) spersñ de puntos de la alorañ e on m a entre m todos de muestreo.	111

## RESUMEN

El estudio se desarrolló en el bosque de terraza baja de la Comunidad Nativa Nuevo Horizonte, con el objetivo de determinar la estructura, composición y valoración económica del bosque de terraza baja de la comunidad nativa nuevo horizonte entre zonas de muestreo y métodos de muestreo. El estudio fue de tipo Descriptivo comparativo, nivel descriptivo, enfoque cuantitativo y diseño no experimental transversal. El estudio determinó que para las zonas de muestreo no se evidenciaron diferencias significativas en el número de árboles por hectárea, área basal por hectárea, volumen por hectárea y valoración económica referencial. Las especies más representativas fueron *Ceiba pentandra* y *Copaifera reticulata*. Mientras que, para los métodos de muestreo el inventario reportó significativamente más árboles por hectárea y valoración económica referencial respecto al censo. Las especies más representativas fueron *Ceiba pentandra* y *Virola elongata*

**Palabras clave:** Estructura, Composición, Valoración económica, bosque, terraza baja

## ABSTRACT

The study was conducted in the low terrace forest of the New Horizon Native Community with the aim of determining the structure, composition, and economic valuation of the low terrace forest in the New Horizon Native Community, comparing sampling zones and sampling methods. The study was descriptive-comparative, at a descriptive level, with a quantitative approach, and a non-experimental cross-sectional design. The study found that there were no significant differences in the number of trees per hectare, basal area per hectare, volume per hectare, and reference economic valuation for the dead zones. The most representative species were *Ceiba pentandra* and *Copaifera reticulata*. Conversely, for sampling methods, the inventory reported significantly more trees per hectare and reference economic valuation compared to the census. The most representative species were *Ceiba pentandra* and *Virola elongata*.

**Keywords:** Structure, Composition, Economic valuation, low terrace forest.

## INTRODUCCIÓN

La evaluación minuciosa de los bosques tropicales siempre ha sido un imperativo ambiental y un pilar fundamental para el diseño de planes de manejo que preserven la biodiversidad y mejoren la calidad de vida de las comunidades amazónicas. En este contexto, la investigación se centró en el bosque de terraza baja de la comunidad nativa Nuevo Horizonte, ubicada a orillas del río Tigrillo en Loreto, Perú, una región donde la escasa información sobre la composición florística y la estructura forestal deja un vacío crucial.

La falta de conocimiento detallado sobre los recursos forestales en la Amazonía peruana, particularmente en la mencionada comunidad, dificultaba la orientación hacia un uso sostenible. La ausencia de inventarios y censos en las dos zonas distintas del bosque, una con suelos más drenados y la otra con deficiencias de drenaje, reflejaba la urgencia de llenar estos vacíos para planificar estratégicamente el manejo forestal.

Este estudio se embarcó en la exploración de la estructura, composición y valoración económica del bosque de terraza baja, destacando métodos de muestreo y zonas específicas. El análisis detallado de especies comerciales como Lupuna, Cumala, Marupá, Copaiba y Pashaco fue crucial para diseñar un plan de manejo que no solo beneficiara a la comunidad nativa Nuevo Horizonte,

sino que también incidiera directa e indirectamente en la mejora de su nivel de vida y en la conservación de los bosques.

La implicancia práctica de este estudio no solo residía en la generación de ingresos económicos para la comunidad, sino también en su capacidad para abordar desafíos socioeconómicos tangibles, como la alimentación y educación de más de 40 niños en 10 familias. Los resultados de este análisis estructural no se limitaron a la comunidad en cuestión, sino que se proyectaron a áreas boscosas adyacentes, otorgando relevancia a su valor teórico.

Además, este estudio aportó metodológicamente al campo de la silvicultura, ya que se realizó una estratificación más pormenorizada del bosque, respaldada por pruebas estadísticas rigurosas para el contraste de hipótesis. La viabilidad de esta investigación estuvo respaldada por recursos humanos experimentados y financieros adecuados, lo que garantizó una ejecución eficiente y exhaustiva.

En conclusión, este proyecto no solo abrió una ventana al desconocido bosque de terraza baja de la comunidad nativa Nuevo Horizonte, sino que también sentó las bases para un manejo forestal sostenible, donde la conservación y el desarrollo económico convergieron en beneficio mutuo.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1 Antecedentes

#### En el ámbito Internacional

En el año 2017 se realizó un estudio de tipo cuantitativo y descriptivo en las áreas del Centro de Formación Técnico Superior Forestal de la Ecorregion Alto Paraná, Paraguay. El estudio evaluó la composición florística, estructura horizontal y vertical y la valoración no maderable de los productos forestales prioritarios. La investigación determinó que, se encontraron 470 individuos, 24 familias, 53 géneros y 72 especies. *Chrysophyllum gonocarpum* fue la especie con mayor número de individuos (54), y peso ecológico (28.83%). No obstante, *Cabréala canjerana* fue la de mayor volumen comercial aprovechable (6.98 m<sup>3</sup>) y *Handroanthus heptaphyllus* la de mayor valor de uso directo. Así mismo, el valor económico total de la madera en pie de las 16 especie con precio de mercado fue 4.269.622 guaranis/ha. La investigación concluyo que, si se toma en cuenta el potencial maderable y no maderable el valor mínimo del bosque de la Ecorregión Alto Paraná es 16.619.622 gs/ha (Peralta, 2017, p. 51, 61, 75).

En el año 2021 se realizó un estudio de tipo descriptivo cuantitativo en dos parcelas permanentes de la Ecorregión Chaco Húmedo, en Asunción, Paraguay. El estudio evaluó la valoración económica de bienes de usos directo de un bosque mesoxerofítico semicaducifolio. La investigación determinó que, se encontraron 1388 individuos, 54 especies, 48 géneros y 25 familias. Siendo

*Phyllostylon rhamnoides* la especie con mayor peso ecológico (39.20%). No obstante, solo 13 especies fueron categorizadas con un valor de mercado. Para el sitio 1 la valoración haciende a 256.81 US\$ ha<sup>-1</sup> pero ninguna especie sobrepasó los diámetros mínimos establecidos. Para el sitio 2 considerando la opción de manejo forestal la valoración fue de 124.52 US\$ ha<sup>-1</sup>. La investigación concluyo que, los valores ayudaran a la mejora de las estrategias de valoración económica de la Ecorregión de Chaco (Quevedo *et al.*, 2021, p. 101).

### **En el ámbito Nacional**

En el año 2014 se realizó un estudio de tipo descriptivo y nivel aplicativo en una concesión forestal en el distrito de Iberia, Tahuamanu, Madre de Dios. El estudio evaluó la estructura horizontal y la valoración económica comercial de un bosque de colina baja. La investigación determinó que, se encontraron 11 familias y 19 especies. *Dipteryx odorata* fue la especie con mayor número de individuos (431), peso ecológico (54.02%), volumen comercial (1.47 m<sup>3</sup>/ha) y valoración económica (1 694, 055.37 soles). Así mismo, la valoración económica general del bosque de colina baja fue 944 922.19 soles, con un costo de transporte de 4.565,649.68 soles La investigación concluyo que, la valoración económica de bosque de colina baja es regular, pero existe rentabilidad de las especies en función de su valor de mercado (Ramírez, 2014, p. 34, 36, 39, 52).

En el año 2016 se realizó un estudio de tipo descriptivo y de nivel básico en una concesión forestal en el distrito de Iberia, Tahuamanu, Madre de Dios. El estudio evaluó la composición florística, estructura horizontal y el volumen comercial maderable de un bosque de colina baja. La investigación determinó que, se encontraron 13 familias y 22 especies. *Dipteryx odorata* fue la especie con mayor número de individuos (0.49 ind/ha), área basal (0.35 m<sup>2</sup>/ha), peso ecológico (63.07%), volumen maderable (3.51 m<sup>3</sup>/ha) y valoración económica (109.17 soles/ha). Así mismo, el volumen general de todo el bosque de colina baja fue de 4.59 m<sup>3</sup>/ha. La investigación concluyó que, la información servirá para desarrollar el plan de recuperación de bosque de la zona (Coblentz, 2016, p. 24, 26, 30).

### **En el ámbito local**

En el año 2013 se realizó un estudio de tipo descriptivo y de nivel básico en una concesión forestal en el Yavarí – Míri, Ramon Castilla, Loreto. El estudio evaluó la estructura horizontal y la valoración económica de la madera de un bosque de colina baja. La investigación determinó que, se encontraron 10 familias y 18 especies. *Otoba glycarpa* fue la especie con mayor número de individuos (194), peso ecológico (49,24%), volumen comercial (0.827 m<sup>3</sup>/ha) y valoración económica (109.17 soles/ha). Así mismo, el volumen general de todo el bosque de colina baja fue de 4.59 m<sup>3</sup>/ha., con una valoración económica total de S/. 671.33 soles/ha. La investigación concluyó que, la mayoría de especies tienen

un uso potencial para el aserrío y construcciones (Rodríguez, 2013, p. 39, 43, 45).

En el año 2015 se realizó un estudio de tipo descriptivo y de nivel básico en una concesión forestal del río Blanco, Requena, Loreto. El estudio evaluó la estructura horizontal y la valoración económica de la madera de un bosque de colina baja. La investigación determinó que, se encontraron 275 individuos, 12 familias y 21 especies. *Cedrelinga cateniformis* fue la especie con mayor número de individuos (50), peso ecológico (52.30%), volumen comercial (2.99 m<sup>3</sup>/ha) y valoración económica (591.42 soles/ha). Así mismo, el volumen general de todo el bosque de colina baja fue de 13.76 m<sup>3</sup>/ha., con una valoración económica total de 2342.61 soles/ha. La investigación concluyó que, *Cedrelinga cateniformis* es la especie con mejores resultados, por lo que podría utilizarse para recuperación y enriquecimiento del bosque (Torres, 2015, p. 32, 36, 42).

En el año 2017 se realizó un estudio de tipo descriptivo y de nivel básico en una concesión con fines maderables en el río Mayoruna, Ramon Castilla, Loreto. Este estudio evaluó la composición florística, estructura horizontal y la valoración económica de un bosque de colina baja. La investigación determinó que, *Iryanthera grandis* fue la especie con mayor número de individuos (308), peso ecológico (84.26%), área basal (161 m<sup>2</sup>), volumen comercial (4.13 m<sup>3</sup>/ha) y valoración económica (308 008,63 soles). Así mismo, el volumen general de todo el bosque de colina baja fue de 13.35 m<sup>3</sup>/ha., con una valoración

económica total de S/. 1 153 601.49 soles. La investigación concluyó que, la información debe incidir en la recuperación del bosque con las especies de mayor valor económico de la zona, además de contrastar la información con los resultados de otras zonas (Ruiz, 2017, p. 28, 31, 32, 36).

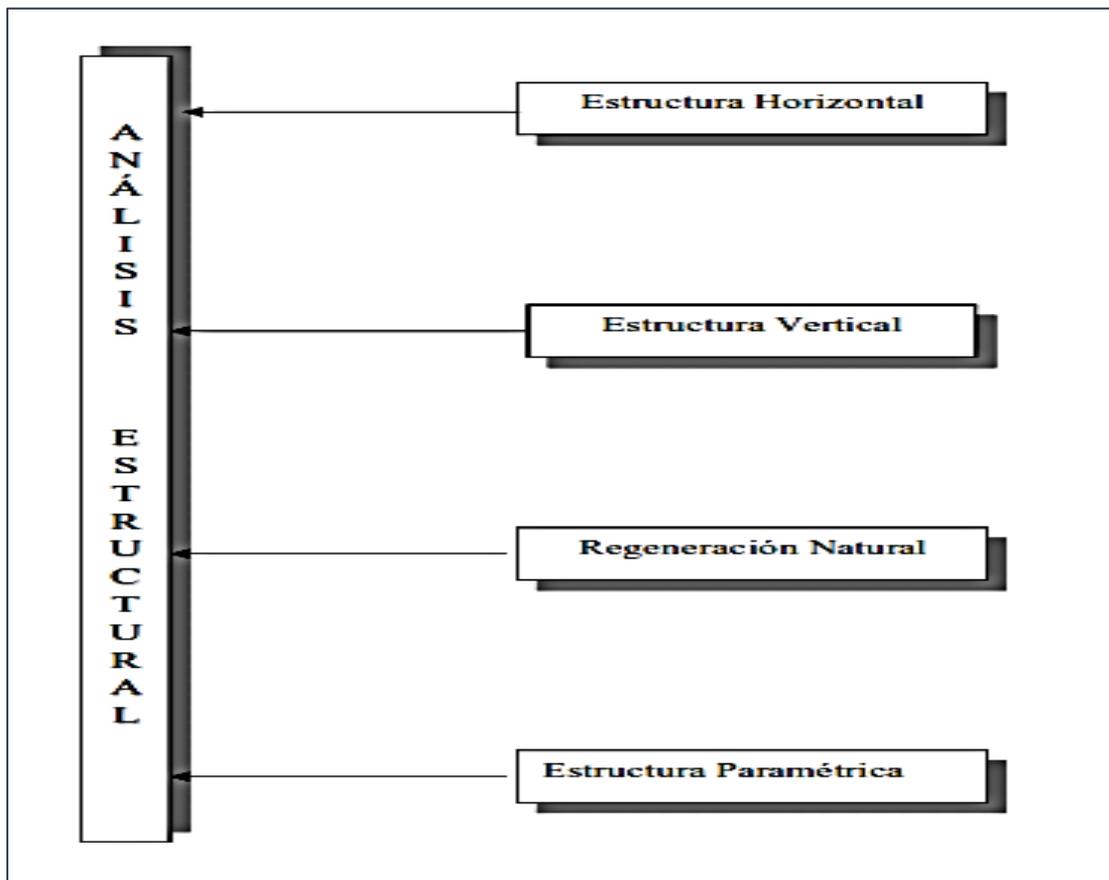
## **1.2 Bases teóricas**

### **Estructura del bosque**

La estructura del bosque se refiere a la disposición espacial de las características principales de los árboles, en especial la distribución de todas las especies y su separación por clases de tamaño (Gadow *et al.*, 2007, p. 141).

Normalmente se utilizan las distribuciones de frecuencia de los árboles para describir la estructura. Esta no solo depende de la distribución más o menos uniforme de los árboles en el terreno, sino también de la mezcla espacial de las distintas especies y el grado de combinación de árboles de distintos tamaños (Gadow *et al.*, 2007, p. 141).

El análisis estructural estudia con detalle las comunidades vegetales, incluyendo la estructura horizontal (densidad, frecuencia y dominancia), la estructura vertical (posición sociológica) y la regeneración natural. La estructura horizontal y vertical abarcan la estructura paramétrica del bosque (Kellmann, 1975. Finol, 1971. Hosokawa, 1982 como se citó en costa *et al.*, 2006, p. 7).



**Figura 1.** Condiciones forestales que abarca el análisis estructural. (Acosta *et al.* 2007, p. 8).

### **Estructura Horizontal**

La estructura horizontal cuantifica la participación de cada especie con relación a las demás, demostrando además cómo se distribuyen espacialmente. Se determina mediante índices como los de densidad, dominancia y frecuencia. Su determinación objetiva proviene de mediciones cuyos índices expresen la cantidad de árboles, su tamaño y distribución espacial (Acosta *et al.*, 2006, p. 9).

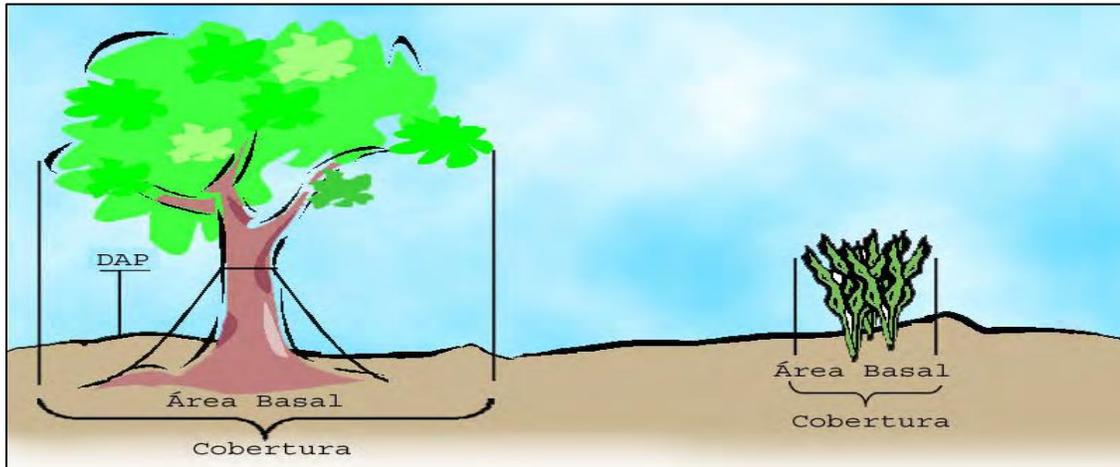
### **Densidad o abundancia**

La densidad permite conocer la abundancia de una especie o clase de plantas (Mostacedo & Fredericksen, 2000, p. 31). Desde una perspectiva tradicional, la abundancia alude al número de árboles en un área, midiendo la participación de las especies en términos absolutos y relativos (Acosta *et al.*, 2006, p. 9). La abundancia absoluta es el número de individuos por especie, mientras que la relativa es el porcentaje de cada especie sobre el total de árboles (Lamprecht, 1990, p. 46). Sus resultados se expresan en hectáreas para las especies arbóreas y arbustivas (Mackenzie *et al.*, 1998, como se citó en Alanís *et al.*, 2020, p. 135).

### **Dominancia**

La dominancia denota el grado de cobertura de las especies según el espacio que ocupan. Se determina como la suma de las proyecciones horizontales de las copas en el suelo. No obstante, en los bosques tropicales es complejo por lo que se emplean las áreas basales como sustitutos de la dominancia, ya que algunos estudios indican que existe una correlación lineal alta entre el diámetro de la copa y el fuste (Lamprecht, 1990, p. 47; Alvis, 2009, p. 118).

La dominancia puede ser absoluta o relativa, la primera es la sumatoria de las áreas basales de los individuos de una especie sobre el área especificada, mientras que la relativa es el porcentaje entre la dominancia absoluta de una especie y el total (Alanís *et al.*, 2020, p. 142; Alvis, 2009, p. 118).

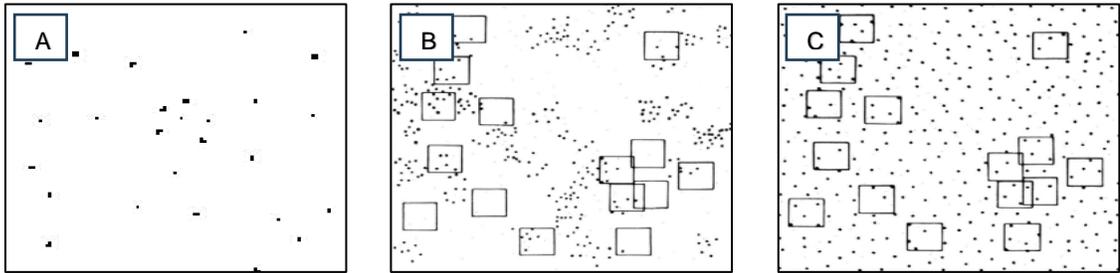


**Figura 2.** Diferencias entre el área basal y la cobertura de un individuo. (Matteucci y Colma, 2002, p.46).

### Frecuencia

La frecuencia indica la distribución espacial de las especies o su grado de dispersión (Acosta *et al.*, 2006, p. 14). Se calcula según el número de parcelas donde aparece una determinada especie, en relación al total de parcelas (Alvis, 2009, p. 118). También puede ser la existencia o ausencia de cierta especie en una parcela (Lamprecht, 1990, p. 46).

La frecuencia también puede ser absoluta o relativa, la primera se expresa como un porcentaje (100% = existencia de la especie en todas las parcelas). Mientras que, la relativa se determina como su porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies (Lamprecht, 1990, p. 46; Melo & Vargas, 2000, p. 50).



**Figura 3.** Tipos de distribución espacial de los individuos de una comunidad. A. Al azar. B. Agrupado. C. Regular (Matteucci y Colma, 2002, p. 39; Acosta *et al.*, 2006, p. 13).

Por su parte, Lamprecht (1990) señala que las especies se clasifican en cinco categorías en función de las frecuencias absolutas

**Tabla 1.** Clasificación de las especies por frecuencia absoluta

Clase	Frecuencia absoluta
A = I	1 = 20%
B = II	21 = 40%
C = III	41 = 60%
D = IV	61 = 80%
E = V	81 = 100%

(Lamprecht, 1990, p. 46).

### Índice de valor de importancia

El Índice de Valor de Importancia formulado por Curtis y McIntosh (1951) es uno de los más conocido para comparar el peso ecológico de cada especie dentro del ecosistema (Lamprecht, 1990, p. 47). Se diferencia de otros índices que solo evidencian aspectos de la composición florística, pues ninguno caracteriza

individualmente la estructura florística (Acosta *et al.*, 2006, p. 16). Su resultado es la suma de los valores porcentuales de la abundancia relativa ( $N\ ha^{-1}$ ), la dominancia relativa ( $m^2\ ha^{-1}$ ) y la frecuencia relativa (Alanís *et al.*, 2020, p. 159). Un resultado similar en un grupo de especies indica igualdad o semejanza del rodal en su composición, estructura, sitio y dinámica (Lamprecht, 1990, p. 47).

### **Cobertura**

La cobertura de una especie u otra categoría vegetal es la proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos de la especie considerada (Matteucci y Colma, 2002, p. 44). La cobertura se expresa como porcentaje de la superficie total, y es utilizada como mucha frecuencia para medir la abundancia de especies cuando la estimación de la densidad es muy difícil por la ausencia de límites netos visibles entre los individuos como ocurre en los pastizales y algunos arbustos. Una manera de poner límites a la subjetividad de las evaluaciones consiste en establecer intervalos o clases, a los cuales se asignan las evaluaciones visuales (Mostacedo & Fredericksen, 2000, p. 35; Matteucci & Colma, 2002, p. 44). El valor de Cobertura es la media aritmética de la Abundancia Relativa y la Dominancia Relativa para cada especie (Acosta *et al.*, 2006, p. 18)

**Tabla 2.** Comparación de escalas de cobertura

<b>Braun - Blanquet</b>	<b>Fosberg</b>	<b>Rúchler</b>
Continuo (5): >75%	<b>Cerrado:</b> las copas o vástagos se tocan.	Continuo (c): >75%
Interrumpido (4): 50-75%	<b>Abierto:</b> las copas no se tocan, pero cubren <30% de la superficie.	Interrumpido (i): 50-75%
Disperso (3): 25-50%	<b>Disperso:</b> la distancia entra las copas es el doble de su diámetro	Parque (p): 25-50%
Raro (2): 15-25%		Raro (r): 6-25%
Muy raro (2): 5-15%		Esporádico (b): 1-5%
Esporádico (1): 1-5%		Casi ausente (a): <1%
Casi ausente (r): <1%		

(Matteucci y Colma, 2002, p. 44).

### **Estructura Vertical**

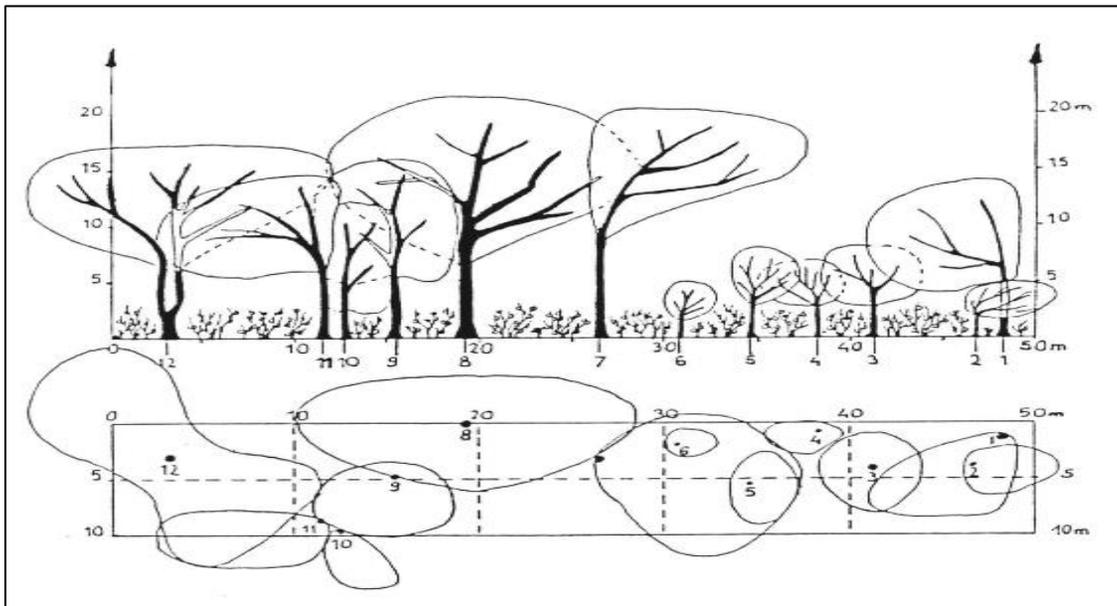
La estructura vertical analiza los estratos arbóreos y arbustivos en conjunto, dividido en tres subestratos: superior, medio e inferior. Emplea los parámetros de la Posición Sociológica (PS) y el de la Regeneración Natural (RN). Este análisis es relevante porque la estructura horizontal por sí solo no es suficiente para un estudio fitosociológico (Acosta *et al.*, 2006, p. 19).

Algunos autores propusieron el análisis de la estructura vertical para describir el estado sucesional de cada especie, sugiriendo una aproximación sobre cuáles son las especies más promisorias para conformar la estructura forestal en términos dinámicos (Acosta *et al.*, 2006, p. 19).

### **Posición sociológica**

La posición sociológica denota la expansión vertical de las especies. Es un indicador de la composición florística de los distintos subestratos de la

vegetación y del papel de las diferentes especies en cada uno de ellos (Hosokawa, 1986). Los substratos son porciones de la masa contenida dentro de determinados límites de altura, normalmente se diferencian tres: el superior, el medio y el inferior, que pueden apreciarse al levantar un perfil (Acosta *et al.*, 2006, p. 19).



**Figura 4.** Levantamiento de un perfil de vegetación (Acosta *et al.*, 2006, p. 19).

### Composición florística

La composición florística de un bosque se refiere a la variedad y abundancia de especies que lo componen. Está relacionada con la diversidad, siendo ambos atributos que facilitan la comprensión y comparación de las comunidades vegetales (Cano y Stevenson, 2009, p. 64).

La composición florística se determina según el número de familias, géneros y especies registradas en un bosque a partir de un inventario. Esta información sirve para caracterizar inicialmente la estructura arbórea del bosque. No obstante, para complementarla es necesario considerar la diversidad de especies, riqueza de especies y similitud de especies, entre otros (Louman *et al.*, 2001, p. 40).

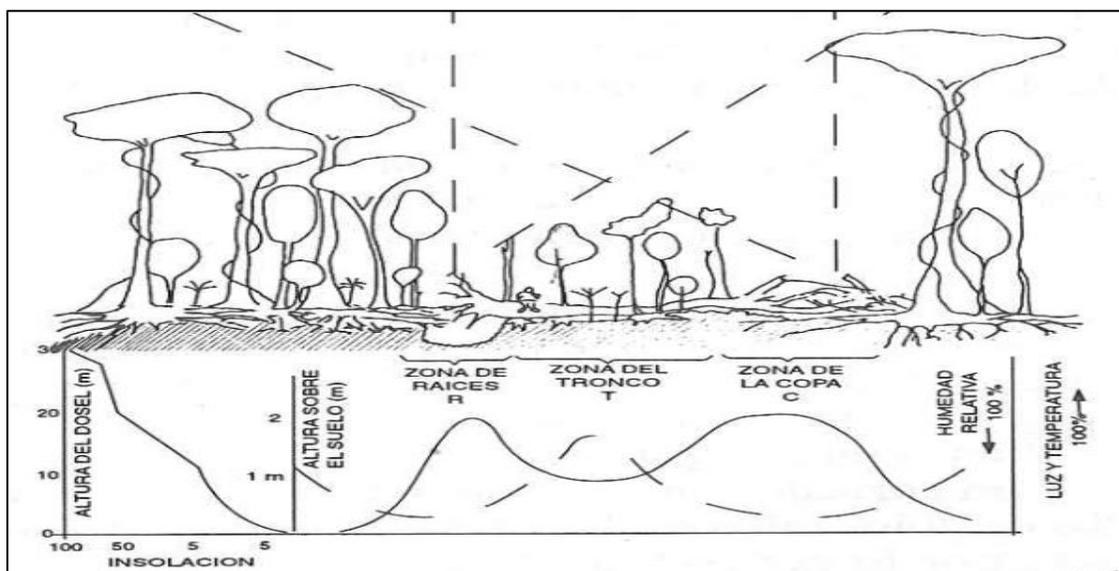
Estos términos, aunque muy utilizados suelen ser confundidos, es por eso que muchos autores resaltan la importancia de sus diferencias (Sánchez-Sánchez *et al.*, 2021, p. 2)

La riqueza alude al número de especies existentes en un grupo determinado en un área específica (Melo y Vargas, 2000, p. 80). Mientras que la diversidad de especies, considera tanto al número de especies como al número de individuos (abundancia) de cada especie en un lugar (Mostacedo y Fredericksen, 2000, p. 43).

Los índices de diversidad describen cuan diverso es un lugar según la riqueza y el número de individuos de cada especie (Mostacedo y Fredericksen, 2000, p. 44). El índice de Shannon facilita comprender la composición florística del bosque de acuerdo a su estado sucesional. Suele incrementar conforme aumenta la edad del bosque, al hacerse este más maduro y alcanzar fases homeostáticas (Zamora, 2010, p. 10).

El índice de Simpson también se emplea, pero ambos son criticados por comprimir demasiada información que resultaría más útil si se analizara de manera diferente. A una escala mayor, no es posible calcular los índices de diversidad, ya que aparte de conocer las especies, sería necesario conocer la abundancia de cada una de éstas (Mostacedo y Fredericksen, 2000, p. 44).

Según Louman *et al.*, (2001) los factores ambientales ligados a la dinámica del bosque y la ecología de las especies, como la posición geográfica, el clima, los suelos, la topografía, el tamaño, la frecuencia de los claros, el temperamento de las especies y las fuentes de semillas influyen en la composición florística del bosque (p. 41).



**Figura 5.** influencia de los claros en la composición florística (Acosta *et al.*, 2006)

## **Valoración económica**

La valoración económica consiste en asignar valor monetario a los bienes y servicios de los ecosistemas. Esto cuantifica los beneficios provistos por los ecosistemas y el impacto de los cambios ecosistémicos en el bienestar de las personas (Azqueta y Ferreiro, 1994, p. 15).

Según Bitrán (2015) los estudios de valoración económica sirven para estimar la verdadera contribución de los ecosistemas al bienestar humano, más allá de su valor de mercado (p. 10).

Es así que para los bosques, existen metodologías de valoración desde 1849, basadas en determinar el valor de la tierra forestal según el valor de la madera (Azqueta & Ferreiro, 1994, p.19). Pero estas tienen aplicaciones hipotéticas o parciales, no existiendo una aplicación realista para obtener el valor forestal total ( Gregersen *et al.*, 1997, párr. 4).

Se sabe que la madera es muy comercial y tiene precios de mercado asignados (Gregersen *et al.*, 1997, 21). Por eso, es preferible considerar los costos de recolección de información, tala, extracción y transporte, para descontarlos y determinar el precio residual de la madera en pie (Gregersen *et al.*, 1997, párr. 4; Amaral *et al.*, 2005, p. 15).

Aunque es probable que los valores de mercado cambien conforme avancen la tecnología y la oferta/demanda, permitiendo comercializar especies antes poco comunes. Por ello, se requiere revisar periódicamente dichos valores (FAO, 1997, párr. 4).

### **1.3 Definición de términos básicos**

#### **Área basal**

Es la superficie de la sección del tronco de un árbol a 1,30 m del nivel del suelo, expresada en metros. Para una masa arbórea es la suma del área basimétrica de todos los árboles que la forman (Alanís *et al.*, 2020, p. 129).

#### **Bosque de terraza baja**

Es el tipo de bosque que se encuentra a un nivel superior del río, por tal motivo suele inundarse periódicamente por efecto de las crecientes eventuales o crecientes grandes (PROFONANPE, 2007, p. 13).

#### **Composición florística**

Se entiende como la relación de especies forestales comerciales que se registraron en el área de estudio (Alván, 1986, como se citó en Coblentz, 2016, p. 13).

**Estructura**

Se entiende como la distribución de especies en función de tamaños y edades dentro de un bosque. Puede ser de forma vertical, que involucra el crecimiento en altura y horizontal el crecimiento en diámetro (Quispe, 2010, p. 21).

**Nombre común**

Es el nombre vulgar u ordinario que se le atribuye a las especies arbóreas correspondientes al lugar geográfico o zonas donde se encuentran (Padilla 1987, citado por (Perla & Tórrez, 2008, p. 27).

**Valoración económica maderable**

Estimador del precio de la superficie forestal. Se valoran todos los bienes que producen los sistemas forestales y que tienen precio de mercado (Paima, 2010, como se citó en Ruiz, 2017, p. 18).

## CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

### 2.1 Formulación de la hipótesis

#### **Hipótesis nula**

La estructura, composición y valoración económica del bosque de terraza baja de la comunidad nativa Nuevo horizonte no difiere entre zonas de muestreo y métodos de muestreo.

#### **Hipótesis alterna**

La estructura, composición y valoración económica del bosque de terraza baja de la comunidad nativa Nuevo horizonte difiere entre zonas de muestreo y métodos de muestreo.

### 2.2 Variables y su operacionalización

La investigación ha visto propicio considerar como variables de estudio a los siguientes:

- ✓ Estructura del bosque
- ✓ Composición
- ✓ Valoración económica

En la tabla 3 se aprecia la operacionalización de las variables, destacando su definición, naturaleza, indicador, índices, escala de medición y medios de verificación.

**Tabla 3***Variables y su operacionalización*

<b>Variabes de interés</b>	<b>Definición</b>	<b>naturaleza</b>	<b>Indicador</b>	<b>Índice</b>	<b>Escala</b>	<b>Medios de verificación</b>
Estructura del bosque (Horizontal, Vertical)	Horizontal: cuantifica la participación de cada especie con relación a los demás  Vertical: Analiza los estratos arbóreos y arbustivos en conjunto	Cuantitativa	- Densidad - Área basal - Volumen comercial - Altura comercial	- N° de árboles por ha - Área basal por ha - Volumen por ha - Clases de altura	Continua	Ficha de evaluación de campo
Composición	Refiere a la variedad y abundancia de especies que lo componen	Cuantitativa	- Composición florística - Riqueza	- Índice de valor de importancia - Índice de riqueza - Índice de dominancia de Shannon - Índice de Simpson	Ordinal	Ficha de evaluación de campo
Valoración económica	Consiste en asignar valor monetario a los bienes y servicios de los ecosistemas	Cuantitativa	- Precio	- Precio por especie	Continua	Ficha de evaluación de campo

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### 3.1 Diseño metodológico

#### **Tipo: Descriptivo y comparativo**

El estudio buscó describir la estructura, composición, y valoración económica del bosque de terraza baja de la comunidad Nativa Nuevo Horizonte. Y a su vez contrastó las diferencias entre zonas (zona 1 vs zona 2) y métodos de evaluación (censo vs inventario) (Supo, 2015, p. 31).

#### **Nivel: Descriptivo**

La investigación detalló la estructura y composición del bosque, así como las diferencias en valoración económica en un contexto específico (Hernández-Sampieri *et al.*, 2014, p. 92).

#### **Enfoque: Cuantitativo**

La investigación se basó en las mediciones numéricas para evaluar la densidad de árboles, área basal, volumen comercial, clases de altura, composición florística, valor económico etc. (Hernández-Sampieri *et al.*, 2014, p. 95).

#### **Diseño: No experimental y transversal**

La investigación se basó en la observación y registro de variables, así como la recopilación de datos en un solo tiempo (Hernández-Sampieri *et al.*, 2014, p. 154)

### **3.2 Diseño muestral**

#### **Población y muestra**

##### **Población**

La población estuvo constituida por todos aquellos árboles con un DAP $\geq$  10 cm, ubicados en la Parcela de Corta N° 01, de la Comunidad Nativa “Nuevo Horizonte” y de los otros árboles con un DAP $>$ 10 cm de la zona.

##### **Muestra**

La muestra estuvo constituida por el 5% de todos los árboles con un DAP $\geq$ 5cm existente en la Parcela de Corta N° 01, de la Comunidad Nativa “Nuevo Horizonte”. Y por el 100% de todos los árboles comerciales cuyo DAP fueron superior al diámetro mínimo de corta.

### **3.3 Procedimiento de recolección de datos**

#### **Técnicas e instrumentos**

La técnica utilizada para la recolección de datos fue el inventario forestal sistemático estratificado para árboles de DAP $\geq$  10 cm y el censo forestal 100 % en la Parcela de Corta N° 01, de la Comunidad Nativa “Nuevo Horizonte”, a partir del diámetro mínimo de corta de cada especie establecidos por Ley; para tal efecto se utilizaron los formatos de campo adaptados para el estudio, en donde se registraron datos dasométricos de cada árbol.

## **Procedimiento**

De acuerdo con la finalidad del estudio, la tesis se desarrolló en dos fases contiguas que involucraron la fase de campo y la fase de gabinete.

### **Fase de campo**

La fase de campo estuvo constituida por actividades tales como el reconocimiento del área, el inventario forestal y censo y la identificación dendrológica.

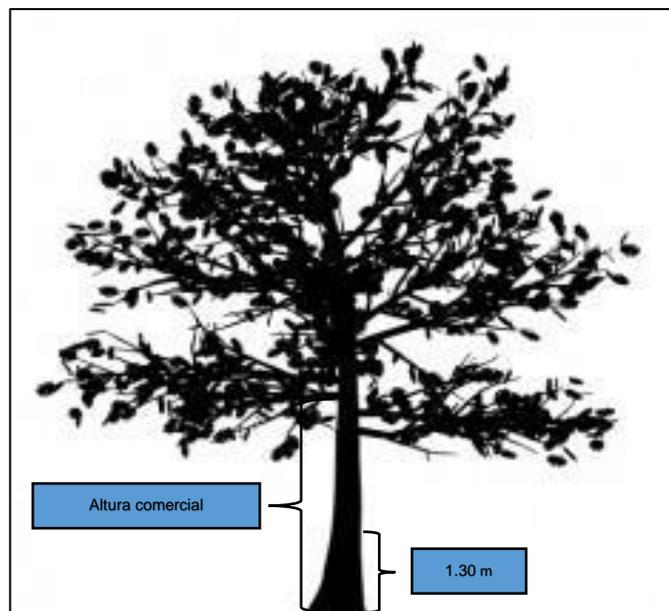
### **Reconocimiento del área**

Se realizó el reconocimiento de área a partir de una visita previa al lugar de evaluación. A partir de ello se definieron las rutas de llegada más cortas, los tiempos de evaluación y el número de personal necesario. Posteriormente se realizaron las actividades de delimitación del perímetro del área, así como las fajas de evaluación del censo forestal cuyas dimensiones fueron 100 m de ancho por 500 m de largo. Con un número total de 50 fajas, el área total fue de 250 hectáreas.

### **Inventario**

En función de la determinación de la composición florística y el volumen por la clase diamétrica, se realizó un inventario sistemático estratificado en el que se consideró a los árboles con un DAP  $\geq 10$  cm. Así mismo, se realizó un censo forestal 100 % en la Parcela de Corta N° 01, de la Comunidad Nativa "Nuevo

Horizonte”, teniendo en cuenta el diámetro mínimo de corta de cada especie establecidos por Ley. Se registraron datos correspondientes a la especie, DAP (cm) y altura comercial (m). El DAP de los árboles en pie se midió a 1.30 m sobre el nivel del suelo (Alanís *et al.*, 2020, p. 87). Mientras que, para la altura comercial se consideró la primera bifurcación como punto final de medición, misma que, se realizó por estimación ocular.



**Figura 6.** Medición de altura y diámetro (Alanís *et al.*, 2020, p. 88).

### **Identificación dendrológica**

La identificación dendrológica de las especies forestales comerciales se realizaron con la ayuda de un matero experimentado, quien facilito el nombre común de todas las especies. Posteriormente, se identificaron las especies a nivel de nombre científico con el apoyo de especialistas en el tema.

### **Fase de gabinete**

La fase de gabinete se caracterizó por el procesamiento y análisis de la información obtenida en campo. Los datos fueron procesados en el software Excel para la generación de una database, la misma que fue sometida a una limpieza estricta para detectar la inconsistencia de los datos. A partir de esto, se generaron tablas dinámicas de doble entrada con las que se realizaron los cálculos correspondientes.

## **3.4 Procesamiento y análisis de los datos**

### **Determinación de la composición florística**

La determinación de la composición florística del bosque se obtuvo a partir de la database generada en EXCEL. Mediante tablas dinámicas se emplearon los campos de la especie de la zona de muestreo (zona 1 y Zona) se obtuvo la densidad de árboles. Así mismo, se obtuvo el índice de valor de importancia (IVI) por especie utilizando otros campos esenciales, tales como la abundancia, dominancia y frecuencia.

**Abundancia:** se define como el número de individuos por especie de un lugar determinado (Alanís *et al.*, 2020, p. 140). El valor relativo de la abundancia se calculó con la siguiente fórmula:

$$AR_i = \left( \frac{A_i}{\sum A_i} \right) * 100$$

**Donde:**

$AR_i$  = Abundancia relativa de la especie

$A_i$  = Número de individuos de la especie

$\sum A_i$  = Sumatoria del número de individuos de todas las especies

**Dominancia:** es la sección determinada en la superficie del suelo por el haz de proyección horizontal del cuerpo de la planta, para ello se utiliza el área basal de los fustes de los árboles en sustitución de la proyección de las copas, calculado en base a las mediciones del diámetro a la altura del pecho (DAP) de los fustes (Alanís *et al.*, 2020, p. 145). El valor relativo de la dominancia se cálculos con la siguiente fórmula:

$$DR = \frac{\sum Bi}{\sum AB} * 100$$

**Dónde:**

DR = Dominancia relativa

$\sum Bi$  = Sumatoria del área basal de la especie i.

$\sum AB$  = Sumatoria total del área basal de las especies

**Frecuencia:** mide su dispersión de las especies dentro la comunidad vegetal (Alanís *et al.*, 2020, p. 86). La frecuencia absoluta y la relativa se calcularon con las siguientes fórmulas:

$$FA = \frac{Fi * 100}{\sum F}$$

**Dónde:**

FA = Frecuencia absoluta.

Fi = Sub parcela donde aparece la especie i.

$\sum F$  = Sumatoria total de sub parcelas.

$$FR = \frac{Fa}{\sum F} * 100$$

**Dónde:**

FR = Frecuencia relativa.

Fa = Frecuencia absoluta de la especie i

$\sum F$  = Sumatoria total de las frecuencias absolutas de las especies

**Índice de valor de importancia (IVI):** muestra la importancia ecológica relativa de cada especie en el área evaluada. Interpreta a las especies que están mejor adaptadas, ya sea porque son dominantes, muy abundantes o están mejor distribuidas (Alanís *et al.*, 2020, p. 159). El valor del IVI se calculó de la siguiente manera:

$$IVI = AR + DR + FR$$

**Donde:**

AR = Abundancia relativa.

DR = Dominancia relativa

FR = Frecuencia relativa

Algunos autores, sostiene que la interpretación del IVI es confusa, ya que sus valores porcentuales son superiores al 100% (Alanís *et al.*, 2020, p. 159). De ahí que, se utilizó la siguiente fórmula, para que el resultado sea en una escala del 0 a 100.

$$IVI = \frac{\sum_{i=1}^n (AR, DR, FR)}{3}$$

### **Cálculo de los índices para la composición florística**

Como indicador de la riqueza de especies por unidad de área se tiene el número de taxas. La diversidad de especies en función de la dominancia de las especies fue calculada con el índice de Simpson:

$$\text{Índice de Simpson} = 1 - \lambda = 1 - \sum p_i^2$$

Este índice indica la probabilidad de que dos individuos tomados al azar sean de la misma especie (Alanís *et al.*, 2020, p. 202).

La diversidad de las especies en función de la abundancia se calculó con el índice de Shannon – Wiever ( $H'$ ) (Alanís *et al.*, 2020, p. 191).

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i * \ln(p_i)$$

**Donde**

$H'$  = Índice de diversidad de Shannon,

$S$  = Número de especies presentes ( $S > 1$ )

$\ln$  = Logaritmo natural

$p_i$  = Proporción de las especies

$p_i = n_i / N$   $n_i$  es el número de individuos de la especie  $i$  y  $N$  el número total de individuos.

El índice de Shannon – Wiever, mide el grado promedio de incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección, adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie y el logaritmo de  $S$ , cuando todas las especies están representada por el mismo número de individuos (Alanís *et al.*, 2020, p. 191).

**Determinación del volumen comercial por clase diamétrica por especie**

El volumen se calculó teniendo en cuenta el diámetro (DAP), altura comercial y un coeficiente de forma de 0,65 por especie (Alanís *et al.*, 2020).

$$Vc = g * Hc * Fc$$

Dónde:

Vc	=	Volumen (m <sup>3</sup> ).
g	=	Área Basal (m <sup>2</sup> )
Hc	=	Altura comercial (m)
Fc	=	Coefficiente de forma (0.65)

El área basal (g) se calcula usando la fórmula siguiente:

$$g = \frac{\pi}{4} * (Dap)^2$$

### **Valorización económica referencial del bosque**

Para la valorización del bosque se utilizó el precio de la madera rolliza en nuevos soles por metro cúbico para cada una de las especies forestales que se registraran en el área de estudio, según la Resolución de Dirección Ejecutiva N° 241-2016-SERFOR-DE, que indica el valor de la madera al estado natural en nuevos soles/m<sup>3</sup> y por consulta en el mercado local (Rodríguez, 2013, p. 37).

### **Análisis estadístico**

Para contrastar la hipótesis de que la estructura, composición y valoración económica del bosque de terraza baja de la comunidad nativa nuevo horizonte difiere entre zonas de muestreo y métodos de muestreo, se utilizó la prueba “t”

de Student. No obstante, se tuvo que confirmar los supuestos de normalidad a través de la prueba de Shapiro-Wilks (modificado) y el de la homogeneidad de las varianzas a través de la prueba de LEVENE. Así mismo, se tuvo que realizar la transformación de los datos a través de la transformación por raíz cuadrada y Logaritmo natural. El Software InfoStat fue importante para la realización de los gráficos y figuras.

### **3.5 Aspectos éticos**

La investigación se realizó cumpliendo con las normas éticas del buen investigador, respetando la veracidad y transparencia de los resultados, manejo correcto de los instrumentos de medición para obtener datos exactos y confiables, teniendo en cuenta el respeto al ambiente, a la propiedad intelectual, a la responsabilidad social y a la honestidad.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### Estructura, composición y valoración entre zonas de muestreo

#### Estructura Horizontal

##### a) Numero de Arboles por hectárea

##### ❖ Zona 1

La tabla 4 reporta los valores del número de árboles por hectárea para las especies evaluadas en la zona 1. Las especies con mayor número de individuos por hectárea fueron *Ceiba pentandra* con 0.0322 ind/ha, y *Copaifera reticulata* con 0,0172 ind/ha. Mientras que, *Calycophyllum spruceanum* y *Guarea kunthiana* fueron las especies con menor número de individuos por hectárea con 0.0011 ind/ha.

**Tabla 4.** Número del arboles por hectárea de la zona de muestreo 1

<b>Especies</b>	<b>N arboles</b>	<b>N/ha</b>
<i>Ceiba pentandra</i>	28	0.0322
<i>Copaifera reticulata</i>	15	0.0172
<i>Simarouba amara</i>	9	0.0103
<i>Virola elongata</i>	7	0.0080
<i>Hura crepitans</i>	3	0.0034
<i>Parkia nitida</i>	3	0.0034
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	1	0.0011
<i>Guarea kunthiana</i>	1	0.0011
<b>Total</b>	<b>67</b>	<b>0.0770</b>

## ❖ Zona 2

La tabla 5 reporta los valores del número de árboles por hectárea para las especies evaluadas en la zona 2. Las especies con mayor número de individuos fueron *Ceiba pentandra* con 0.0333 ind/ha, y *Virola elongata* con 0,0103 ind/ha. Mientras que, *Hura crepitans* y *Simarouba amara* fueron las especies con menor número de individuos por hectárea con 0.0034 y 0.0023 ind/ha respectivamente.

**Tabla 5.** Número del arboles por hectárea de la zona de muestreo 2

<b>Especies</b>	<b>N arboles</b>	<b>N/ha</b>
<i>Ceiba pentandra</i>	29	0.0333
<i>Virola elongata</i>	9	0.0103
<i>Copaifera reticulata</i>	8	0.0092
<i>Parkia nitida</i>	5	0.0057
<i>Hura crepitans</i>	3	0.0034
<i>Simarouba amara</i>	2	0.0023
<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>0.0643</b>

## **T de Student para número de árboles por hectárea entre zonas de muestreo**

La tabla 6 reporta los resultados de la prueba T de Student para el número de árboles por hectárea entre las zonas de muestreo (1 y 2). Se observa que N/ha con 95% de probabilidad no reporto diferencias significativas ( $p= 0.7698 > 0.05$ ) en las zonas de muestreo 1 y 2.

**Tabla 6.** T de Student para N/ha entre zonas de muestreo

Variable	G1	G2	M1	M2	DM	IC	V. T	P-valor
N/ha	Zona 1	Zona 2	0.09	0.09	-0.01	Li -0.07 Ls 0.05	-0.30	0.7698

**Nota, G1.** Grupo 1. **G2.** Grupo 2. **M1.** Media 1. **M2.** Media 2. **DM.** Diferencia de media. **IC.** Intervalo de confianza. **VT.** Valor T.

**b) Área basal por hectárea**

❖ **Zona 1**

La tabla 7 reporta los valores del área basal por hectárea para las especies evaluadas en la zona 1. Las especies con mayor área basal por hectárea fueron *Ceiba pentandra* con 0.0434 m<sup>2</sup>/ha, y *Copaifera reticulata* con 0,0111 m<sup>2</sup>/ha. Mientras que, *Calycophyllum spruceanum* y *Guarea kunthiana* fueron las especies con menor área basal por hectárea con 0.0005 y 0.0004 m<sup>2</sup>/ha respectivamente.

**Tabla 7.** Área basal por hectárea de la zona muestreo 1

Especies	G (m2)	G/ha
<i>Ceiba pentandra</i>	37.818	0.0434
<i>Copaifera reticulata</i>	9.681	0.0111
<i>Simarouba amara</i>	2.819	0.0032
<i>Hura crepitans</i>	2.719	0.0031
<i>Virola elongata</i>	2.600	0.0030
<i>Parkia nitida</i>	2.275	0.0026
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	0.478	0.0005
<i>Guarea kunthiana</i>	0.332	0.0004
<b>Total</b>	<b>58.720</b>	<b>0.0675</b>

## ❖ Zona 2

La tabla 8 reporta los valores del área basal por hectárea para las especies evaluadas en la zona 2. Las especies con mayor área basal por hectárea fueron *Ceiba pentandra* con 0.0546 m<sup>2</sup>/ha, y *Virola elongata*, *Copaifera reticulata* y *Hura crepitans* con 0,0043 m<sup>2</sup>/ha. Mientras que, *Simarouba amara* fue la especie con menor área basal por hectárea con 0.0008.

**Tabla 8.** Área basal por hectárea de la zona de muestreo 2

<b>Especies</b>	<b>G (m2)</b>	<b>G/ha</b>
<i>Ceiba pentandra</i>	47.488	0.0546
<i>Virola elongata</i>	3.781	0.0043
<i>Copaifera reticulata</i>	3.779	0.0043
<i>Hura crepitans</i>	3.771	0.0043
<i>Parkia nitida</i>	3.106	0.0036
<i>Simarouba amara</i>	0.668	0.0008
<b>Total</b>	<b>62.593</b>	<b>0.0719</b>

### **T de Student para área basal por hectárea entre zonas de muestreo.**

La tabla 9 reporta los resultados de la prueba T de Student para el área basal por hectárea entre las zonas de muestreo (1 y 2). Se observa que G/ha con 95% de probabilidad no reporto diferencias significativas ( $p= 0.5709 > 0.05$ ) en las zonas de muestreo 1 y 2.

**Tabla 9.** T de Student para el G/ha entre zonas de muestreo

Variable	G1	G2	M1	M2	DM	IC	V. T	P-valor
G/ha	Zona 1	Zona 2	-5.79	-5.34	-0.46	Li -2.17 Ls 1.25	-0.58	0.5709

**Nota, G1.** Grupo 1. **G2.** Grupo 2. **M1.** Media 1. **M2.** Media 2. **DM.** Diferencia de media. **IC.** Intervalo de confianza. **VT.** Valor T.

**c) Volumen comercial (m<sup>3</sup>) por hectárea**

❖ **Zona 1**

La tabla 10 reporta los valores del volumen por hectárea para las especies evaluadas en la zona 1. Las especies con mayor volumen por hectárea fueron *Ceiba pentandra* con 0.4958 m<sup>3</sup>/ha, y *Copaifera reticulata* con 0,1289 V/ha. Mientras que, *Parkia nitida* y *Hura crepitans* fueron la especie con menor volumen por hectárea con 0.0306 y 0.300 m<sup>3</sup>/ha respectivamente. *Calycophyllum spruceanum* y *Guarea kunthiana* no se contabilizaron como volumen comercial, debido a que pertenecían a arboles semilleros.

**Tabla 10.** Volumen comercial por hectárea de la zona de muestreo 1

Especies	Vol. (m <sup>3</sup> )	V/ha
<i>Ceiba pentandra</i>	431.585	0.4958
<i>Copaifera reticulata</i>	112.171	0.1289
<i>Simarouba amara</i>	28.800	0.0331
<i>Virola elongata</i>	26.687	0.0307
<i>Parkia nitida</i>	26.616	0.0306
<i>Hura crepitans</i>	26.127	0.0300
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	0.000	0.0000
<i>Guarea kunthiana</i>	0.000	0.0000
<b>Total</b>	<b>651.986</b>	<b>0.7490</b>

## ❖ Zona 2

La tabla 11 reporta los valores del volumen por hectárea para las especies evaluadas en la zona 2. Las especies con mayor volumen por hectárea fueron *Ceiba pentandra* con 0.7013 m<sup>3</sup>/ha, y *Hura crepitans* con 0.0516 m<sup>3</sup>/ha. Mientras que, *Simarouba amara* fue la especie con menor volumen por hectárea con 0.0096 m<sup>3</sup>/ha.

**Tabla 11.** Volumen comercial por hectárea de la zona de muestreo 2

<b>Especies</b>	<b>Vol. (m3)</b>	<b>V/ha</b>
<i>Ceiba pentandra</i>	610.463	0.7013
<i>Hura crepitans</i>	44.937	0.0516
<i>Virola elongata</i>	44.706	0.0514
<i>Copaifera reticulata</i>	36.004	0.0414
<i>Parkia nitida</i>	25.149	0.0289
<i>Simarouba amara</i>	8.362	0.0096
<b>Total</b>	<b>769.620</b>	<b>0.8841</b>

## **T de Student para volumen comercial por hectárea entre zonas de muestreo**

La tabla 12 reporta los resultados de la prueba T de Student para el volumen comercial por hectárea entre las zonas de muestreo (1 y 2). Se observa que V/ha con 95% de probabilidad no reporto diferencias significativas ( $p= 0.8238 > 0.05$ ) en las zonas de muestreo 1 y 2.

**Tabla 12.** T para el V/ha entre zonas de muestreo

<b>Variable</b>	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>DM</b>	<b>IC</b>	<b>V. T</b>	<b>P-valor</b>
V/ha	Zona 1	Zona 2	-2.77	-2.94	0.17	Li -1.50 Ls 1.84	0.23	0.8238

**Nota, G1.** Grupo 1. **G2.** Grupo 2. **M1.** Media 1. **M2.** Media 2. **DM.** Diferencia de media. **IC.** Intervalo de confianza. **VT.** Valor T.

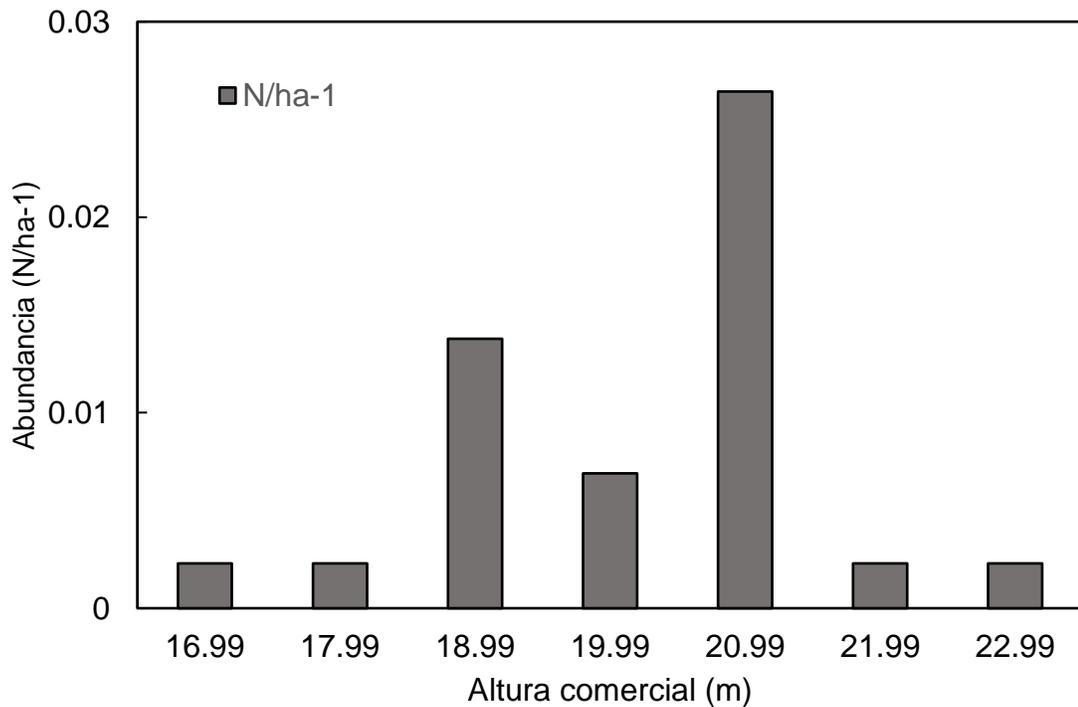
### Clases de altura

#### ❖ Zona 1

La tabla 13 se reporta la distribución de individuos por hectárea de acuerdo a las clases de altura de la zona 1. Se destaca una concentración significativa en la clase de altura de 20 a 20.99 metros, donde se registran 23 árboles con una densidad  $0.0264 \text{ N/ha}^{-1}$ . Por otro lado, las clases de altura cercanas como 16 – 16.99, 17 – 17.99, 21 – 21.99 y 22 – 22.99 metros presentan una frecuencia y densidad más baja, lo cual podría ser un indicativo de la variabilidad en la estructura vertical del bosque.

**Tabla 13.** Distribución por clases de altura de la zona de muestreo 1

<b>Clases de altura</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>N/ha<sup>-1</sup></b>
16 - 16.99	2	0.0023
17- 17.99	2	0.0023
18 - 18.99	12	0.0138
19 - 19.99	6	0.0069
20 - 20.99	23	0.0264
21 - 21.99	2	0.0023
22 - 22.99	2	0.0023



**Figura 7.** Distribución de individuos por clases de altura de la zona 1

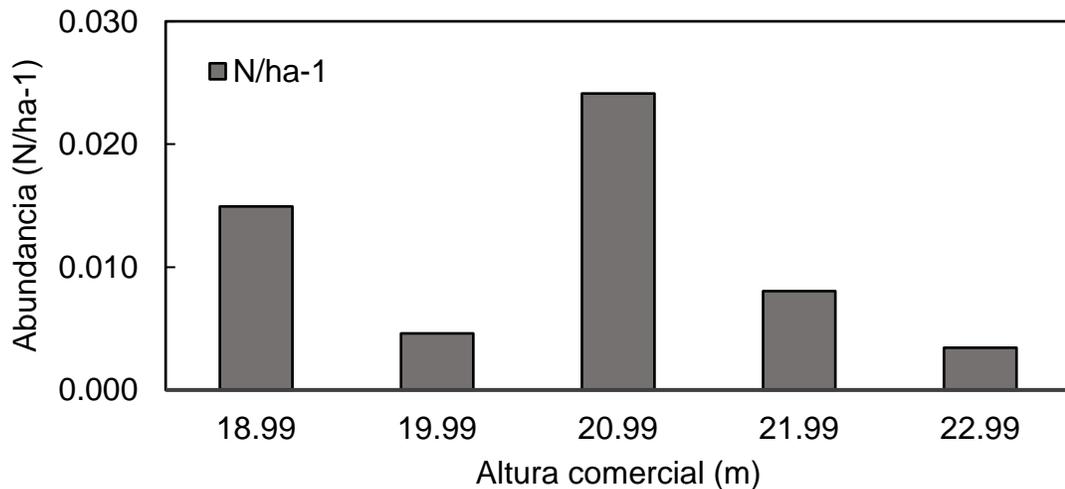
### ❖ Zona 2

La tabla 14 y la Figura 8 reportan la distribución de individuos por hectárea de acuerdo a las clases de altura de la zona 2. Se destaca la clase de altura de 20 a 20.99 metros, con la frecuencia más alta de 21 árboles con una densidad numérica de 0.0241 N/ha<sup>-1</sup>. Por otro lado, las clases de altura de 18 – 18.99, 19 – 19.99, 21 – 21.99 y 22 – 22.99 metros también presentan frecuencias notables, con 13 y 7 árboles y densidades numéricas de 0.0149 y 0.0080 N/ha<sup>-1</sup>.

1.

**Tabla 14.** Distribución por clases de altura de la zona de muestreo 2

Clases de altura	Frecuencia	N/ha-1
18.99	13	0.0149
19.99	4	0.0046
20.99	21	0.0241
21.99	7	0.0080
22.99	3	0.0034



**Figura 8.** Distribución de individuos por clases de altura de la zona 2.

### Composición florística

#### ❖ Zona 1

La tabla 15 reporta la composición florística de las especies registradas en la zona de muestreo 1 del bosque de terraza baja. La zona 1 reporta un total de 8 especies y 8 géneros, agrupados en 7 familias botánicas. Las especies las especies con mayor número de individuos fueron *Ceiba pentandra* (Malvaceae) con 28 árboles y *Copaifera reticulata* (Fabaceae) con 15 árboles respectivamente.

**Tabla 15.** Composición florística de la zona de muestreo 1

<b>Nombre V.</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Género</b>	<b>Familia</b>	<b>Total</b>
Capirona	<i>Calycophyllum s.</i>	Calycophyllum	Rubiaceae	1
Catahua	<i>Hura crepitans</i>	Hura	Euphorbiaceae	3
Copaiba	<i>Copaifera reticulata</i>	Copaifera	Fabaceae	15
Cumala	<i>Virola elongata</i>	Virola	Myristicaceae	7
Lupuna	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	Malvaceae	28
Marupa	<i>Simarouba amara</i>	Simarouba	Simaroubaceae	9
Pashaco	<i>Parkia nitida</i>	Parkia	Fabaceae	3
Requia	<i>Guarea kunthiana</i>	Guarea	Meliaceae	1
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>67</b>

### ❖ Zona 2

La tabla 16 reporta la composición florística de las especies registradas en la zona de muestreo 2 del bosque de terraza baja. La zona 2 reporta un total de 6 especies y 6 géneros, agrupados en 5 familias botánicas. Las especies las especies con mayor número de individuos fueron *Ceiba pentandra* (Malvaceae) con 29 árboles y *Virola elongata* (Myristicaceae) con 9 árboles respectivamente.

**Tabla 16.** Composición florística de la zona de muestreo 2

<b>Nombre V.</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Género</b>	<b>Familia</b>	<b>Total</b>
Catahua	<i>Hura crepitans</i>	Hura	Euphorbiaceae	3
Copaiba	<i>Copaifera reticulata</i>	Copaifera	Fabaceae	8
Cumala	<i>Virola elongata</i>	Virola	Myristicaceae	9
Lupuna	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	Malvaceae	29
Marupa	<i>Simarouba amara</i>	Simarouba	Simaroubaceae	2
Pashaco	<i>Parkia nitida</i>	Parkia	Fabaceae	5
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>56</b>

## Índice de valor de importancia

### ❖ Zona 1

La tabla 17 reporta los valores del índice de valor de importancia de las especies comerciales registradas en el censo forestal de la zona de muestreo 1. Las especies con mayor peso ecológico fueron *Ceiba pentandra* con 44.70%, y *Copaifera reticulata* con 21.49%. En la misma tabla, también se observa que estas especies obtuvieron los mayores valores en abundancia relativa (41.79%, 22.39%), frecuencia relativa (27.91%, 25.58%) y dominancia relativa (64.40%, 16.49%).

**Tabla 17.** Índice de valor de importancia de la zona de muestreo 1

<b>Especies</b>	<b>AR</b>	<b>FR</b>	<b>DR</b>	<b>IVI</b>
<i>Ceiba pentandra</i>	41.79	27.91	64.40	44.70
<i>Copaifera reticulata</i>	22.39	25.58	16.49	21.49
<i>Simarouba amara</i>	13.43	13.95	4.80	10.73
<i>Virola elongata</i>	10.45	13.95	4.43	9.61
<i>Hura crepitans</i>	4.48	6.98	4.63	5.36
<i>Parkia nitida</i>	4.48	6.98	3.87	5.11
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	1.49	2.33	0.81	1.54
<i>Guarea kunthiana</i>	1.49	2.33	0.57	1.46
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

**Nota, AR.** Abundancia relativa. **FR.** Frecuencia relativa. **DR.** Dominancia relativa.

### ❖ Zona 2

La tabla 18 reporta los valores del índice de valor de importancia de las especies comerciales registradas en el censo forestal de la zona de muestreo 2. Las

especies con mayor peso ecológico fueron *Ceiba pentandra* con 54.01%, *Virola elongata* con 13.62% y *Copaifera reticulata* con 13.02%. Estas mismas especies obtuvieron los mayores valores en abundancia relativa (51.79%, 16.07%, 14.29%), frecuencia relativa (34.38%, 18.75%) y dominancia relativa (74.87%, 6.04%).

**Tabla 18.** Índice de valor de importancia de la zona de muestreo 2

<b>Especies</b>	<b>AR</b>	<b>FR</b>	<b>DR</b>	<b>IVI</b>
<i>Ceiba pentandra</i>	51.79	34.38	75.87	54.01
<i>Virola elongata</i>	16.07	18.75	6.04	13.62
<i>Copaifera reticulata</i>	14.29	18.75	6.04	13.02
<i>Parkia nitida</i>	8.93	15.63	4.96	9.84
<i>Hura crepitans</i>	5.36	9.38	6.03	6.92
<i>Simarouba amara</i>	3.57	3.13	1.07	2.59
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

**Nota, AR.** Abundancia relativa. **FR.** Frecuencia relativa. **DR.** Dominancia relativa.

#### **T de Student para Índice de Valor de Importancia entre zonas de muestreo**

La tabla 19 reporta los resultados de la prueba T de Student para el Índice de Valor de Importancia entre las zonas de muestreo (1 y 2). Se observa que IVI con 95% de probabilidad no reporto diferencias significativas ( $p= 0.4806 > 0.05$ ) entre las zonas de muestreo 1 y 2.

**Tabla 19.** T de Student del IVI entre zonas de muestreo

<b>Variable</b>	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>DM</b>	<b>IC</b>	<b>V. T</b>	<b>P-valor</b>
V/Ha	Zona 1	Zona 2	1.95	2.39	-0.44	Li -1.74 Ls 0.87	-0.73	0.4806

**Nota, G1.** Grupo 1. **G2.** Grupo 2. **M1.** Media 1. **M2.** Media 2. **DM.** Diferencia de media. **IC.** Intervalo de confianza. **VT.** Valor T.

### **Riqueza e índice de dominancia de Shannon**

La tabla 20 reporta los resultados del índice de dominancia Shannon ( $H'$ ), y el valor del número de especies (S) por cada zona de muestreo (1 y 2). Según estos resultados, las zonas 1 (1.61) y 2 (1.40) presentan una baja diversidad de especies vegetales.

**Tabla 20.** Índice de Shannon ( $H'$ ) y riqueza de especies (S) en las zonas de muestreo

<b>zona</b>	<b>S</b>	<b>Valor <math>H'</math></b>
Zona 1	8	1.61
Zona 2	6	1.40

### **Riqueza e índice de diversidad de Simpson**

La tabla 21 reporta los resultados del índice de diversidad de Simpson (D), y el valor del número de especies (S) por cada zona evaluada (1 y 2). Se puede apreciar que ambas zonas presentan valores de 0.26 a 0.33, denotando una diversidad intermedia.

**Tabla 21.** Índice de Simpson (D) y riqueza de especies (S) en las zonas de muestreo

zona	S	Valor D
Zona 1	8	0.26
Zona 2	6	0.33

### Valoración de las especies según su volumen

#### ❖ Zona 1

La tabla 22 reporta el valor económico referencial de las especies inventariadas en función del volumen de la zona de muestreo 1. De acuerdo a esto, el valor general de las especies de la zona 1 asciende a S/. 106,534.47 nuevos soles. Las especies con mayor valor económico fueron *Ceiba pentandra* con S/. 73,196.86 nuevos soles, seguida de *Copaifera reticulata* con S/. 19,024.27 nuevos soles. Mientras que, la especie de menor valor económico referencial fue *Parkia nitida* con S/. 1,692.75 nuevos soles. *Calycophyllum spruceanum* y *Guarea kunthiana* no se contabilizaron en la valoración, porque sus individuos se contabilizaron como árboles semilleros.

**Tabla 22.** Valoración económica de la zona de muestreo 1

Especies	Vol. (m3)	Vol. (pt)	Precio (pt)	Valor ref. (S/.)
<i>Ceiba pentandra</i>	431.59	182992.15	0.40	73,196.86
<i>Copaifera reticulata</i>	112.17	47560.67	0.40	19,024.27
<i>Virola elongata</i>	26.69	11315.47	0.40	4,526.19
<i>Hura crepitans</i>	26.13	11077.71	0.40	4,431.08
<i>Simarouba amara</i>	28.80	12211.08	0.30	3,663.32
<i>Parkia nitida</i>	26.62	11284.99	0.15	1,692.75

**Tabla 22.** Valoración económica de la zona de muestreo 1

(Cont...)

<b>Especies</b>	<b>Vol. (m3)</b>	<b>Vol. (pt)</b>	<b>Precio (pt)</b>	<b>Valor ref. (S/.)</b>
<i>Calycophyllum s.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Guarea kunthiana</i>	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>	<b>651.99</b>	<b>276442.07</b>		<b>106,534.47</b>

❖ **Zona 2**

La tabla 23 reporta el valor económico referencial de las especies inventariadas en función del volumen de la zona de muestreo 2. De acuerdo a esto, el valor general de las especies de la zona 2 asciende a S/. 127,507.21 nuevos soles. Las especies con mayor valor económico fueron *Ceiba pentandra* con S/. 103,534.47 nuevos soles, seguida de *Hura crepitans* con S/. 7,621.30 y *Virola elongata* con S/. 7,582.07 nuevos soles. Mientras que, la especie de menor valor económico referencial fue *Simarouba amara* con S/. 1,063.67 nuevos soles.

**Tabla 23.** Valoración económica de la zona de muestre 2

<b>Especies</b>	<b>Vol. (m3)</b>	<b>Vol. (pt)</b>	<b>Precio (pt)</b>	<b>Valor ref. (S/.)</b>
<i>Ceiba pentandra</i>	610.46	258836.19	0.40	103,534.47
<i>Hura crepitans</i>	44.94	19053.26	0.40	7,621.30
<i>Virola elongata</i>	44.71	18955.18	0.40	7,582.07
<i>Copaifera reticulata</i>	36.00	15265.58	0.40	6,106.23
<i>Parkia nitida</i>	25.15	10663.15	0.15	1,599.47
<i>Simarouba amara</i>	8.36	3545.55	0.30	1,063.67
<b>total</b>	<b>769.62</b>	<b>326318.91</b>		<b>127,507.21</b>

### T de Student para la valoración económica de las especies entre zonas de muestreo

La tabla 24 reporta los resultados de la prueba T de Student para la valoración económica de las especies en función de su volumen entre las zonas de muestreo (1 y 2). Se observa que la valoración económica en función del volumen comercial con 95% de probabilidad no reporto diferencias significativas ( $p= 0.8468 > 0.05$ ) entre las zonas de muestreo 1 y 2.

**Tabla 24.** T de Student de la valoración económica entre zonas de muestreo

Variable	G1	G2	M1	M2	DM	IC	V. T	P-valor
V/Ha	Zona 1	Zona 2	8.92	8.75	0.17	Li -1.75 Ls 2.09	0.20	0.8468

**Nota, G1.** Grupo 1. **G2.** Grupo 2. **M1.** Media 1. **M2.** Media 2. **DM.** Diferencia de media. **IC.** Intervalo de confianza. **VT.** Valor T.

## Estructura, composición y valoración entre métodos de muestreo

### Estructura Horizontal

#### a) Numero de Arboles por hectárea

##### ❖ Censo

La tabla 25 reporta los valores del número de árboles por hectárea para las especies evaluadas a través del censo forestal. Las especies con mayor número de individuos por hectárea fueron *Ceiba pentandra* con 0.065 ind/ha, y *Copaifera reticulata* con 0,026 ind/ha. Mientras que, *Calycophyllum spruceanum* y *Guarea kunthiana* fueron las especies con menor número de individuos por hectárea con 0.001 ind/ha.

**Tabla 25.** N/ha de las especies muestreadas mediante el censo forestal

<b>Especies</b>	<b>N arboles</b>	<b>N/ha</b>
<i>Ceiba pentandra</i>	57	0.065
<i>Copaifera reticulata</i>	23	0.026
<i>Virola elongata</i>	16	0.018
<i>Simarouba amara</i>	11	0.013
<i>Parkia nitida</i>	8	0.009
<i>Hura crepitans</i>	6	0.007
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	1	0.001
<i>Guarea kunthiana</i>	1	0.001
<b>Total</b>	<b>123</b>	<b>0.141</b>

##### ❖ Inventario

La tabla 26 reporta los valores del número de árboles por hectárea para las especies evaluadas a través del inventario forestal. Las especies con mayor número de individuos por hectárea fueron *Virola elongata* con 4.208 ind/ha, y

*Ceiba pentandra* con 0,792 ind/ha. Mientras que, *Aspidosperma Subincanum*, *Calophyllum brasiliense*, *hymenaea spp* y *Omiroxylon balsamun* fueron las especies con menor número de individuos por hectárea con 0.042 ind/ha.

**Tabla 26.** N/ha de las especies muestreadas mediante el inventario forestal

<b>Especies</b>	<b>N arboles</b>	<b>N/ha</b>
<i>Virola elongata</i>	101	4.208
<i>Ceiba pentandra</i>	19	0.792
<i>Hura crepitans</i>	16	0.667
<i>Spondias mombin</i>	12	0.500
<i>Parkia nitida</i>	9	0.375
<i>Manilkara bidentata</i>	7	0.292
<i>Aniba panurensis</i>	4	0.167
<i>Copaifera reticulata</i>	4	0.167
<i>Simarouba amara</i>	4	0.167
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	2	0.083
<i>Ormosia sunkei</i>	2	0.083
<i>Terminalia sp</i>	2	0.083
<i>Aspidosperma Subincanum</i>	1	0.042
<i>Calophyllum brasiliense</i>	1	0.042
<i>hymenaea spp</i>	1	0.042
<i>Omiroxylon balsamun</i>	1	0.042
<b>Total</b>	<b>186</b>	<b>7.750</b>

### **T de Student para número de árboles por hectárea entre métodos de muestreo**

La tabla 27 reporta los resultados de la prueba T de Student para el número de árboles por hectárea entre los métodos de muestreo. Se observa que N/ha con 95% de probabilidad reporto diferencias significativas ( $p= 0.0001 < 0.05$ ) entre los métodos de muestreo.

**Tabla 27.** T de Student para el N/ha entre métodos de muestreo

Variable	G1	G2	M1	M2	DM	IC	V. T	P-valor
N/ha	Censo	Inventa	-4.78	-1.81	-2.92	Li-4.18 Ls-1.75	-5.05	<0.0001

**Nota, G1.** Grupo 1. **G2.** Grupo 2. **M1.** Media 1. **M2.** Media 2. **DM.** Diferencia de media. **IC.** Intervalo de confianza. **VT.** Valor T.

**b) Área basal por hectárea**

❖ **Censo**

La tabla 28 reporta los valores del área basal por hectárea para las especies evaluadas mediante el censo forestal. Las especies con mayor área basal por hectárea fueron *Ceiba pentandra* con 0.0980 m<sup>2</sup>/ha, y *Copaifera reticulata* con 0,0155 m<sup>2</sup>/ha. Mientras que, *Calycophyllum spruceanum* y *Guarea kunthiana* fueron las especies con menor área basal por hectárea con 0.0005 y 0.0004 m<sup>2</sup>/ha, respectivamente.

**Tabla 28.** G/ha para las especies muestreadas mediante el censo forestal

Especies	G (m <sup>2</sup> )	G/ha
<i>Ceiba pentandra</i>	85.306	0.0980
<i>Copaifera reticulata</i>	13.460	0.0155
<i>Hura crepitans</i>	6.490	0.0075
<i>Virola elongata</i>	6.381	0.0073
<i>Parkia nitida</i>	5.381	0.0062
<i>Simarouba amara</i>	3.486	0.0040
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	0.478	0.0005
<i>Guarea kunthiana</i>	0.332	0.0004
<b>Total</b>	<b>121.314</b>	<b>0.1394</b>

## ❖ Inventario

La tabla 29 reporta los valores del área basal por hectárea para las especies evaluadas mediante el inventario forestal. Las especies con mayor área basal por hectárea fueron *Ceiba pentandra* con 0.5603 m<sup>2</sup>/ha, y *Virola elongata* con 0,5327 m<sup>2</sup>/ha. Mientras que, *Calophyllum brasiliense* fue la especie con menor área basal por hectárea con 0.0034 m<sup>2</sup>/ha.

**Tabla 29.** G/ha para las especies muestreadas mediante el inventario forestal

<b>Especies</b>	<b>G (m2)</b>	<b>G/ha</b>
<i>Ceiba pentandra</i>	13.447	0.5603
<i>Virola elongata</i>	12.786	0.5327
<i>Hura crepitans</i>	5.694	0.2372
<i>Parkia nitida</i>	3.595	0.1498
<i>Spondias mombin</i>	2.323	0.0968
<i>Manilkara bidentata</i>	1.659	0.0691
<i>Copaifera reticulata</i>	1.122	0.0467
<i>Simarouba amara</i>	1.013	0.0422
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	0.944	0.0394
<i>Aniba panurensis</i>	0.465	0.0194
<i>Ormosia sunkei</i>	0.441	0.0184
<i>hymenaea spp</i>	0.212	0.0088
<i>Terminalia sp</i>	0.209	0.0087
<i>Aspidosperma Subincanum</i>	0.119	0.0048
<i>Omiroxylon balsamun</i>	0.119	0.0050
<i>Calophyllum brasiliense</i>	0.080	0.0034
<b>Total</b>	<b>44.231</b>	<b>1.843</b>

## T de Student para área basal por hectárea entre métodos de muestreo

La tabla 30 reporta los resultados de la prueba T de Student para el área basal por hectárea entre los métodos de muestreo. Se observa que G/ha con 95% de

probabilidad no reporto diferencias significativas ( $p= 0.0.573 > 0.05$ ) entre los métodos de muestreo

**Tabla 30.** T para el G/ha entre métodos de muestreo

<b>Variable</b>	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>DM</b>	<b>IC</b>	<b>V. T</b>	<b>P-valor</b>
N/ha	Censo	Inventa	-4.86	-3.42	-1.44	Li-2.92 Ls 0.05	-2.01	0.0573

**Nota, G1.** Grupo 1. **G2.** Grupo 2. **M1.** Media 1. **M2.** Media 2. **DM.** Diferencia de media. **IC.** Intervalo de confianza. **VT.** Valor T.

**c) Volumen comercial (m<sup>3</sup>) por hectárea**

❖ **Censo**

La tabla 31 reporta los valores del volumen por hectárea para las especies evaluadas mediante el censo forestal. Las especies con mayor volumen por hectárea fueron *Ceiba pentandra* con 1.197 m<sup>3</sup>/ha, y *Copaifera reticulata* con 0,170 m<sup>3</sup>/ha. Mientras que, *Parkia nitida* y *Hura crepitans* fueron la especie con menor volumen por hectárea con 0.059 y 0.043 m<sup>3</sup>/ha respectivamente. *Calycophyllum spruceanum* y *Guarea kunthiana* no se contabilizaron como volumen comercial, debido a que pertenecían a arboles semilleros.

**Tabla 31.** V/ha para las especies muestreadas mediante el censo forestal

<b>Especies</b>	<b>Vol (m3)</b>	<b>V/ha</b>
<i>Ceiba pentandra</i>	1042.05	1.197
<i>Copaifera reticulata</i>	148.18	0.170
<i>Virola elongata</i>	71.39	0.082
<i>Hura crepitans</i>	71.06	0.082
<i>Parkia nitida</i>	51.76	0.059
<i>Simarouba amara</i>	37.16	0.043
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	0.00	0.000
<i>Guarea kunthiana</i>	0.00	0.000
<b>Total</b>	<b>1421.61</b>	<b>1.633</b>

### ❖ Inventario

La tabla 32 reporta los valores del volumen por hectárea para las especies evaluadas mediante el inventario forestal. Las especies con mayor volumen por hectárea fueron *Ceiba pentandra* con 7.337 m<sup>3</sup>/ha, y *Virola elongata* con 5,009 m<sup>3</sup>/ha. Mientras que, *Aspidosperma Subincanum* y *Calophyllum brasiliense* fueron las especies con menor volumen por hectárea con 0.039 y 0.035 m<sup>3</sup>/ha respectivamente.

**Tabla 32.** V/ha para las especies muestreadas mediante el inventario forestal

<b>Especies</b>	<b>Vol. (m<sup>3</sup>)</b>	<b>V/ha</b>
<i>Ceiba pentandra</i>	176.08	7.337
<i>Virola elongata</i>	120.22	5.009
<i>Hura crepitans</i>	48.79	2.033
<i>Parkia nitida</i>	38.67	1.611
<i>Spondias mombin</i>	20.99	0.875
<i>Manilkara bidentata</i>	15.13	0.631
<i>Copaifera reticulata</i>	12.81	0.534
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	11.70	0.488
<i>Simarouba amara</i>	11.09	0.462
<i>Ormosia sunkei</i>	4.59	0.191

**Tabla 32.** V/ha para las especies muestreadas mediante el inventario forestal

(Cont...)

<b>Especies</b>	<b>Vol. (m<sup>3</sup>)</b>	<b>V/ha</b>
<i>Aniba panurensis</i>	3.76	0.157
<i>hymenaea spp</i>	2.21	0.092
<i>Terminalia sp</i>	2.09	0.087
<i>Omiroxylon balsamun</i>	1.24	0.052
<i>Aspidosperma Subincanum</i>	0.93	0.039
<i>Calophyllum brasiliense</i>	0.84	0.035
<b>Total</b>	<b>471.137</b>	<b>19.631</b>

**T de Student para el volumen comercial por hectárea entre métodos de muestreo**

La tabla 33 reporta los resultados de la prueba T de Student para el volumen comercial por hectárea entre los métodos de muestreo. Se observa que V/ha con 95% de probabilidad no reporto diferencias significativas ( $p= 0.2076 > 0.05$ ) entre los métodos de muestreo.

**Tabla 33.** T de Student para el V/ha por métodos de muestreo

<b>Variable</b>	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>DM</b>	<b>IC</b>	<b>V. T</b>	<b>P-valor</b>
V/Ha	Censo	Inventa	-2.10	-1.11	-0.98	Li-2.55 Ls 0.59	-1.30	0.2076

**Nota, G1.** Grupo 1. **G2.** Grupo 2. **M1.** Media 1. **M2.** Media 2. **DM.** Diferencia de media. **IC.** Intervalo de confianza. **VT.** Valor T.

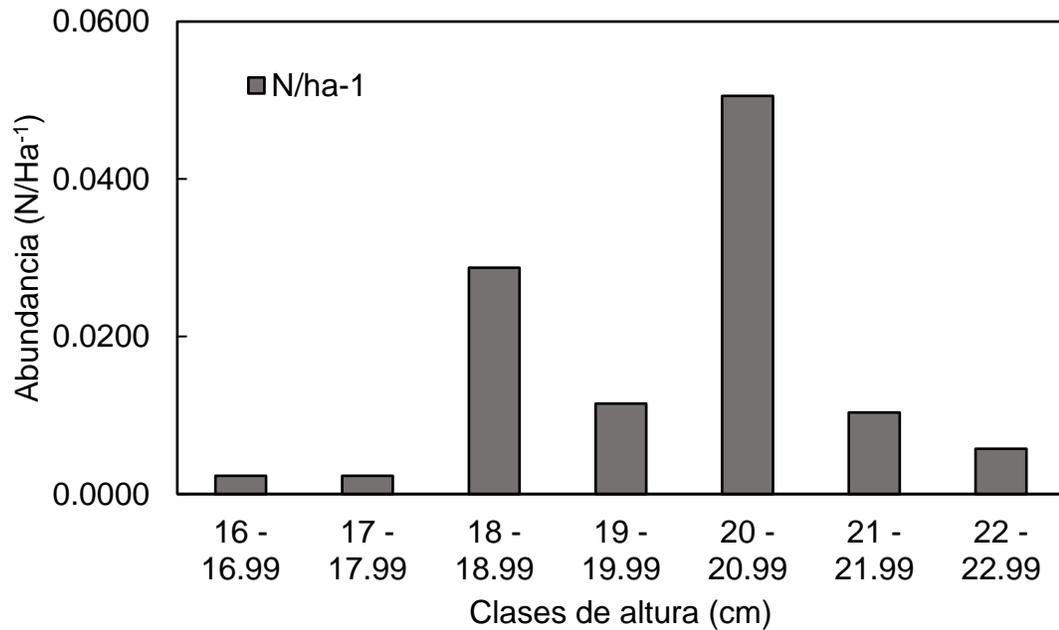
## Clases de altura

### ❖ Censo

La tabla 34 y Figura 9 reportan la distribución de individuos por hectárea de acuerdo a las clases de altura según el censo forestal. Se destaca una concentración significativa en la clase de altura de 20 a 20.99 metros, donde se registran 44 árboles con una densidad 0.0505 N/ha<sup>-1</sup>. Por otro lado, las clases de altura cercanas como 18 – 18.99, 19 – 19.99 y 21 – 21.99 metros, también presentan frecuencias notables, con 25, 10 y 9 árboles con densidades numéricas de 0.0287, 0.0115 y 0.0103 N/ha<sup>-1</sup>.

**Tabla 34.** Distribución por clases de altura según el censo forestal

Clase de altura	Frecuencia	N/ha-1
16 - 16.99	2	0.0023
17 - 17.99	2	0.0023
18 - 18.99	25	0.0287
19 - 19.99	10	0.0115
20 - 20.99	44	0.0505
21 - 21.99	9	0.0103
22 - 22.99	5	0.0057



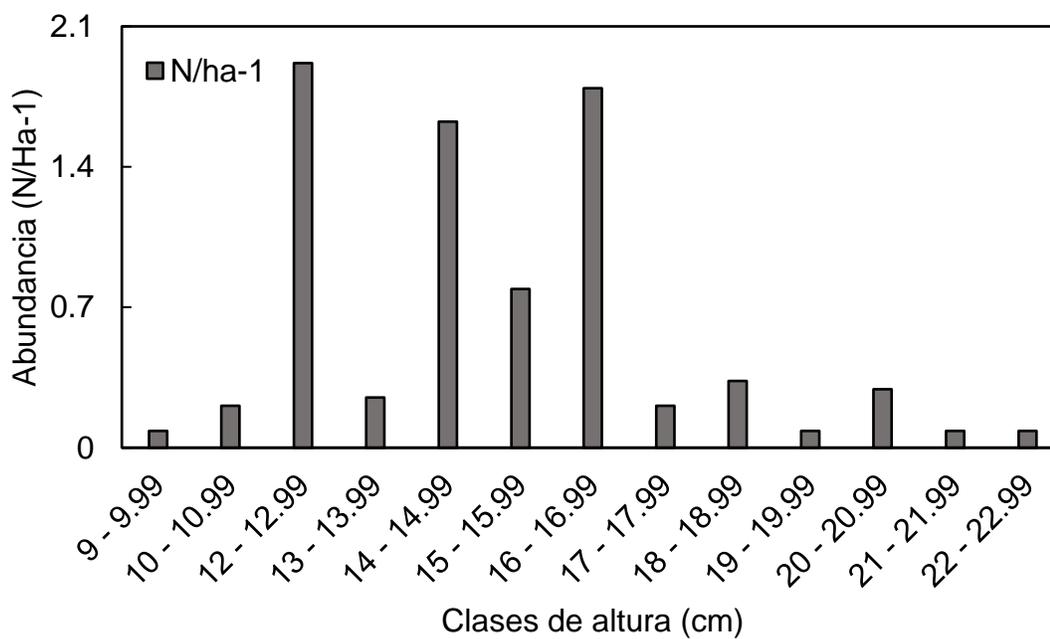
**Figura 9.** Distribución de los individuos por clases de altura según el censo forestal.

#### ❖ **Inventario**

La tabla 35 se reporta la distribución de individuos por hectárea de acuerdo a las clases de altura según el inventario forestal. Se destaca una concentración significativa en la clase de altura de 12 a 12.99 metros, donde se registran 46 árboles con una densidad 1.917 N/ha<sup>-1</sup>. Por otro lado, las clases de altura cercanas como 14 – 14.99 y 16 – 16.99 metros, también presentan frecuencias notables, con 39 y 43 árboles con densidades numéricas de 1.625 y 1.792 N/ha<sup>-1</sup>.

**Tabla 35.** Distribución de individuos por clases de altura según el inventario forestal

Clase de altura	Frecuencia	N/ha-1
9 - 9.99	2	0.083
10 - 10.99	5	0.208
12 - 12.99	46	1.917
13 - 13.99	6	0.25
14 - 14.99	39	1.625
15 - 15.99	19	0.792
16 - 16.99	43	1.792
17 - 17.99	5	0.208
18 - 18.99	8	0.333
19 - 19.99	2	0.083
20 - 20.99	7	0.292
21 - 21.99	2	0.083
22 - 22.99	2	0.083



**Figura 10.** Distribución de los individuos por clases de altura según el inventario forestal.

## Composición florística

### ❖ Censo

La tabla 36 reporta la composición florística de las especies registradas en el censo forestal. Se reporta un total de 8 especies y 8 géneros, agrupados en 7 familias botánicas. Las especies las especies con mayor número de individuos fueron *Ceiba pentandra* (Malvaceae) con 57 árboles y *Copaifera reticulata* (Fabaceae) con 23 árboles respectivamente.

**Tabla 36.** Composición florística según el censo forestal

Nombre V.	Nombre científico	Género	Familia	Total
Capirona	<i>Calycophyllum s.</i>	Calycophyllum	Rubiaceae	1
Catahua	<i>Hura crepitans</i>	Hura	Euphorbiaceae	6
Copaiba	<i>Copaifera reticulata</i>	Copaifera	Fabaceae	23
Cumala	<i>Virola elongata</i>	Virola	Myristicaceae	16
Lupuna	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	Malvaceae	57
Marupa	<i>Simarouba amara</i>	Simarouba	Simaroubaceae	11
Pashaco	<i>Parkia nitida</i>	Parkia	Fabaceae	8
Requia	<i>Guarea kunthiana</i>	Guarea	Meliaceae	1
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>123</b>

### ❖ Inventario

La tabla 37 reporta la composición florística de las especies registradas en el inventario forestal. Se reporta un total de 17 especies y 16 géneros, agrupados en 11 familias botánicas. Las especies las especies con mayor número de individuos fueron *Virola elongata* (Myristicaceae) con 101 árboles y *Ceiba pentandra* (Malvaceae) con 19 árboles respectivamente.

**Tabla 37.** Composición florística según el inventario forestal

<b>Nombre V.</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Género</b>	<b>Familia</b>	<b>Total</b>
Azucar huayo	<i>hymenaea spp</i>	hymenaea	Fabaceae	1
Capirona	<i>Calycophyllum s.</i>	Calycophyllum	Rubiaceae	2
Catahua	<i>Hura crepitans</i>	Hura	Euphorbiaceae	16
Copaiba	<i>Copaifera reticulata</i>	Copaifera	Fabaceae	4
Cumala	<i>Virola elongata</i>	Virola	Myristicaceae	101
Estoraque	<i>Omiroxylon balsamun</i>	Omiroxylon	Fabaceae	1
Huayruro	<i>Ormosia sunkei</i>	Ormosia	Fabaceae	2
Huimba	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	Malvaceae	1
Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Calophyllum	Rubiaceae	1
Lupuna	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	Malvaceae	18
Marupa	<i>Simarouba amara</i>	Simarouba	Simaroubaceae	4
Moena	<i>Aniba panurensis</i>	Aniba	Lauraceae	4
Pashaco	<i>Parkia nitida</i>	Parkia	Fabaceae	9
Quillobordon	<i>Aspidosperma s.</i>	Aspidosperma	Apocynaceae	1
Quinilla	<i>Manilkara bidentata</i>	Manilkara	Sapotaceae	7
Ubos	<i>Spondias mombin</i>	Spondias	Anacardiaceae	12
Yacushapana	<i>Terminalia sp</i>	Terminalia	Combretaceae	2
Total	17	16	11	186

### Índice de valor de importancia

#### ❖ Censo

La tabla 38 reporta los valores del índice de valor de importancia de las especies comerciales registradas en el censo forestal. Las especies con mayor peso ecológico fueron *Ceiba pentandra* con 48.18%, y *Copaifera reticulata* con 17.58%. En la misma tabla, también se observa que estas especies obtuvieron los mayores valores en abundancia relativa (46.34%, 18.70%), frecuencia relativa (27.87%, 22.95%) y dominancia relativa (70.32%, 11.10%).

**Tabla 38.** IVI de las especies registradas en el censo forestal

<b>Especies</b>	<b>AR</b>	<b>FR</b>	<b>DR</b>	<b>IVI</b>
<i>Ceiba pentandra</i>	46.34	27.87	70.32	48.18
<i>Copaifera reticulata</i>	18.70	22.95	11.10	17.58
<i>Virola elongata</i>	13.01	16.39	5.26	11.55
<i>Simarouba amara</i>	8.94	13.11	2.87	8.31
<i>Parkia nitida</i>	6.50	9.84	4.44	6.93
<i>Hura crepitans</i>	4.88	6.56	5.35	5.60
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	0.81	1.64	0.39	0.95
<i>Guarea kunthiana</i>	0.81	1.64	0.27	0.91
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

### ❖ Inventario

La tabla 39 reporta los valores del índice de valor de importancia de las especies comerciales registradas en el inventario forestal. Las especies con mayor peso ecológico fueron *Virola elongata* con 38.21% y *Ceiba pentandra* con 17.71%. En la misma tabla, también se observa que estas especies obtuvieron los mayores valores en abundancia relativa (54.30%, 10.22%), frecuencia relativa (31.73%, 12.50%) y dominancia relativa (28.91%, 30.40%).

**Tabla 39.** IVI de las especies registradas en el inventario forestal

<b>Especies</b>	<b>AR</b>	<b>FR</b>	<b>DR</b>	<b>IVI</b>
<i>Virola elongata</i>	54.30	31.73	28.91	38.31
<i>Ceiba pentandra</i>	10.22	12.50	30.40	17.71
<i>Hura crepitans</i>	8.60	12.50	12.87	11.33
<i>Spondias mombin</i>	6.45	10.58	5.25	7.43
<i>Parkia nitida</i>	4.84	6.73	8.13	6.57
<i>Manilkara bidentata</i>	3.76	5.77	3.75	4.43
<i>Copaifera reticulata</i>	2.15	3.85	2.54	2.84
<i>Simarouba amara</i>	2.15	2.88	2.29	2.44
<i>Aniba panurensis</i>	2.15	3.85	1.05	2.35

**Tabla 39.** IVI de las especies registradas en el inventario forestal (Cont...)

<b>Especies</b>	<b>AR</b>	<b>FR</b>	<b>DR</b>	<b>IVI</b>
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	1.08	1.92	2.14	1.71
<i>Ormosia sunkei</i>	1.08	1.92	1.00	1.33
<i>Terminalia sp</i>	1.08	1.92	0.47	1.16
<i>hymenaea spp</i>	0.54	0.96	0.48	0.66
<i>Aspidosperma Subincanum</i>	0.54	0.96	0.27	0.59
<i>Omiroxylon balsamun</i>	0.54	0.96	0.27	0.59
<i>Calophyllum brasiliense</i>	0.54	0.96	0.18	0.56
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

### **T de Student para Índice de Valor de Importancia entre métodos de muestreo**

La tabla 40 reporta los resultados de la prueba T de Student para el Índice de Valor de Importancia entre métodos de muestreo. Se observa que IVI con 95% de probabilidad no reporto diferencias significativas ( $p= 0.1098 > 0.05$ ) entre los métodos de muestreo.

**Tabla 40.** T de Student para el IVI entre métodos de muestreo

<b>Variable</b>	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>DM</b>	<b>IC</b>	<b>V. T</b>	<b>P-valor</b>
IVI	Censo	Inventa	1.85	0.91	0.95	Li -0.23 Ls 2.12	1.66	0.1098

**Nota, G1.** Grupo 1. **G2.** Grupo 2. **M1.** Media 1. **M2.** Media 2. **DM.** Diferencia de media. **IC.** Intervalo de confianza. **VT.** Valor T.

### **Riqueza e índice de dominancia de Shannon**

La tabla 41 reporta los resultados del índice de dominancia Shannon ( $H'$ ), y el valor del número de especies ( $S$ ) por cada método de muestreo. Según estos

resultados, el método de muestreo por censo forestal (1.55) e inventario forestal (1.73) presentan una baja diversidad de especies vegetales.

**Tabla 41.** Índice de Shannon ( $H'$ ) y riqueza de especies (S) por métodos de muestreo

<b>Métodos</b>	<b>S</b>	<b>Valor <math>H'</math></b>
Censo	8	1.55
Inventario	16	1.73

### **Riqueza e índice de diversidad de Simpson**

La tabla 42 reporta los resultados del índice de diversidad de Simpson (D), y el valor del número de especies (S) por cada método de muestreo. Se puede apreciar que ambos métodos presentan valores de 0.28 a 0.32, denotando una diversidad intermedia.

**Tabla 42.** Índice de Simpson (D) y riqueza de especies (S) por métodos de muestreo

<b>Métodos</b>	<b>S</b>	<b>Valor D</b>
Censo	8	0.28
Inventario	16	0.32

### **Valoración de las especies según su volumen**

#### **❖ Censo**

La tabla 43 reporta el valor económico referencial de las especies inventariadas en función del volumen registrado en el censo forestal. De acuerdo a esto, el

valor general de las especies procedentes del censo haciende a S/. 234,041.69 nuevos soles. Las especies con mayor valor económico fueron *Ceiba pentandra* con S/. 176,731.33 nuevos soles, seguida de *Copaifera reticulata* con S/. 25,130.50 nuevos soles. Mientras que, la especie de menor valor económico referencial fue *Parkia nitida* con S/. 3,292.22 nuevos soles. *Calycophyllum spruceanun* y *Guarea kunthiana* no se contabilizaron en la valoración, porque sus individuos se contabilizaron como árboles semilleros.

**Tabla 43.** Valoración económica de las especies según el censo forestal

<b>Especies</b>	<b>Vol. (m3)</b>	<b>Vol. (pt)</b>	<b>Precio (pt)</b>	<b>Valor ref. (S/.)</b>
<i>Ceiba pentandra</i>	1042.05	441828.33	0.40	176,731.33
<i>Copaifera reticulata</i>	148.18	62826.25	0.40	25,130.50
<i>Virola elongata</i>	71.39	30270.65	0.40	12,108.26
<i>Hura crepitans</i>	71.06	30130.97	0.40	12,052.39
<i>Simarouba amara</i>	37.16	15756.63	0.30	4,726.99
<i>Parkia nitida</i>	51.76	21948.14	0.15	3,292.22
<i>Calycophyllum s.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Guarea kunthiana</i>	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>	<b>1421.61</b>	<b>602760.97</b>		<b>234,041.69</b>

#### ❖ **Inventario**

La tabla 44 reporta el valor económico referencial de las especies inventariadas en función del volumen registrado en el inventario forestal. De acuerdo a esto, el valor general de las especies procedentes del inventario haciende a S/. 71,240.69 nuevos soles. Las especies con mayor valor económico fueron *Ceiba pentandra* con S/. 29,862.78 nuevos soles, seguida de *Virola elongata* con S/.

20,388.85 nuevos soles. Mientras que, la especie de menor valor económico referencial fue *Calophyllum brasiliense* con S/. 78,02.00 nuevos soles.

**Tabla 44.** Valoración económica de las especies según el inventario forestal

<b>Especies</b>	<b>Vol. (m3)</b>	<b>Vol. (pt)</b>	<b>Precio (pt)</b>	<b>Valor ref. (S/.)</b>
<i>Ceiba pentandra</i>	176.08	74656.95	0.40	29,862.78
<i>Virola elongata</i>	120.22	50972.13	0.40	20,388.85
<i>Hura crepitans</i>	48.79	20685.06	0.40	8,274.02
<i>Parkia nitida</i>	38.67	16396.84	0.15	2,459.53
<i>Copaifera reticulata</i>	12.81	5432.97	0.40	2,173.19
<i>Spondias mombin</i>	20.99	8899.34	0.22	1,957.85
<i>Calycophyllum s.</i>	11.70	4962.56	0.35	1,736.90
<i>Manilkara bidentata</i>	15.13	6417.06	0.22	1,411.75
<i>Simarouba amara</i>	11.09	4701.84	0.30	1,410.55
<i>Ormosia sunkei</i>	4.59	1945.68	0.22	428.05
<i>Aniba panurensis</i>	3.76	1594.07	0.22	350.70
<i>Omiroxylon balsamun</i>	1.24	526.77	0.42	221.24
<i>hymenaea spp</i>	2.21	936.48	0.22	206.03
<i>Terminalia sp</i>	2.09	884.44	0.22	194.58
<i>Aspidosperma s.</i>	0.93	395.08	0.22	86.92
<i>Calophyllum brasiliense</i>	0.84	354.64	0.22	78.02
<b>Total</b>	<b>471.14</b>	<b>199761.91</b>		<b>S/71,240.96</b>

**T de Student para la valoración económica referencial de las especies entre métodos de muestreo**

La tabla 45 reporta los resultados de la prueba T de Student para la valoración económica referencial de las especies en función de su volumen entre los métodos de muestreo. Se observa que la valoración económica en función del

volumen comercial con 95% de probabilidad reporto diferencias significativas ( $p= 0.0043 > 0.05$ ) entre los métodos de muestreo.

**Tabla 45.** T de Student de la valoración económica entre métodos de muestreo

<b>Variable</b>	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>DM</b>	<b>IC</b>	<b>V. T</b>	<b>P-valor</b>
Valor ref	Censo	Inventa	9.66	6.94	2.66	Li 0.94 Ls 4.38	3.22	0.0043

**Nota, G1.** Grupo 1. **G2.** Grupo 2. **M1.** Media 1. **M2.** Media 2. **DM.** Diferencia de media. **IC.** Intervalo de confianza. **VT.** Valor T.

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

### **Contraste de los resultados entre las zonas de muestreo**

#### **Estructura**

Respecto a la estructura horizontal del bosque, no se evidenciaron diferencias significativas en el número de árboles por hectárea, área basal por hectárea y volumen comercial por hectárea entre las zonas de muestreo 1 y 2 ( $p > 0.05$ ). Estos resultados indican que la densidad de individuos y la provisión de madera son similares en ambas zonas de muestreo y, debido, a que se trataría del mismo tipo de bosque con igual nivel de aprovechamiento forestal. La especie más abundante fue *Ceiba pentandra* en las dos zonas de muestreo.

Respecto a la distribución por clases de altura, las dos zonas registraron la moda en la clase de 20-20.99 m, reflejando congruencia en cuanto al patrón de distribución por alturas predominantes. No obstante, en la zona de muestreo 2 se observó una mayor amplitud en las clases de altura con presencia de frecuencias considerables, lo que denotaría una estructura vertical ligeramente más heterogénea. Una posible explicación podría ser la ocurrencia de claros en el dosel que propician el reclutamiento de nuevos individuos.

#### **Composición**

Las 2 zonas de muestreo evidenciaron composiciones florísticas similares, registrando entre 6-8 especies pertenecientes a 5-7 familias botánicas. En

ambos casos, las especies más dominantes fueron *Ceiba pentandra* y *Copaifera reticulata*. Los índices de diversidad, tanto de Shannon como de Simpson, fueron análogamente bajos entre zonas, ratificando la predominancia de unas pocas especies y una diversidad florística reducida.

En cuanto al peso ecológico relativo, *Ceiba pentandra* presentó el mayor índice de valor de importancia (IVI) en ambas zonas de muestreo, seguida de *Copaifera reticulata*, por lo que se demuestró nuevamente la hegemonía de estas especies sobre el resto. No se hallaron diferencias significativas en el IVI entre zonas de muestreo ( $p > 0.05$ ).

### **Valoración**

Respecto a la valoración económica de las especies maderables en función a su volumen comercial, no se establecieron diferencias estadísticamente significativas entre las zonas de muestreo 1 y 2 ( $p > 0.05$ ). Así, se confirma la paridad entre zonas también desde la perspectiva del potencial aprovechamiento forestal, siendo *Ceiba pentandra* la que acumula el mayor valor para ambas zonas de muestreo.

## **Contraste de los resultados entre métodos de muestreo**

### **Estructura**

En relación a la cuantificación de la estructura, el inventario reportó significativamente más árboles por hectárea que el censo ( $p < 0.05$ ). Sin embargo, no mostró diferencias estadísticas respecto al censo en términos de área basal por hectárea y volumen comercial por hectárea ( $p > 0.05$ ). Esto se explicaría porque el inventario prioriza el registro exhaustivo de árboles, mientras que el censo se focaliza específicamente en individuos aprovechables con  $DAP \geq 10$  cm. De esta manera, el inventario describe con mayor resolución la composición del bosque, pero ambos métodos coinciden en sus estimaciones sobre la provisión potencial de productos maderables.

Respecto a la altura predominante de los árboles muestreados difirió notablemente entre 12-13 m en el inventario y 20-21 m en el censo, evidenciándose estratos más desarrollados con este último método. No obstante, la distribución por clases altimétricas fue más equilibrada con el inventario, mientras que el censo denotó una marcada dominancia de la clase 20-20.9 m.

### **Composición**

Se observó una mayor riqueza de especies descrita por el método de inventario forestal en comparación al censo (17 y 8 especies respectivamente). Esto reafirmaría la mayor exactitud del inventario para caracterizar la diversidad

florística al estudiar la totalidad de los estratos presentes. En contraste, la relativa simplicidad compositiva hallada por el censo estaría sujeta al sesgo de sólo considerar especies de interés comercial en estratos superiores.

Los índices de diversidad de Shannon y Simpson fueron análogamente bajos para ambos métodos, confirmando la reducida heterogeneidad de especies en este tipo de bosque. No obstante, las especies ecológicamente dominantes identificadas diferían entre métodos: *Ceiba pentandra* y *Copaifera reticulata* para el censo, versus *Virola elongata* y *Ceiba pentandra* en el inventario. Esta disparidad probablemente se deba a la mayor representación de estratos inferiores en el inventario, donde prosperan otras especies que el censo no registró por enfocarse en los doseles más altos.

A pesar de estas divergencias, no se hallaron diferencias significativas en el índice de valor de importancia entre métodos ( $p > 0.05$ ). Es decir, las especies que ambos métodos coinciden en catalogar como dominantes mostrarían un peso ecológico semejante.

### **Valoración**

En términos de valoración económica, el censo reportó estimaciones superiores sobre el valor potencial de las especies maderables. Si bien el inventario provee un panorama más integral de la composición forestal, el censo resultó más

efectivo enfocándose en los estratos de mayor interés para la industria maderera.

## **Contraste de los resultados con otros autores**

### **Estructura**

Al contrastar nuestros valores de densidad y área basal por hectárea entre zonas y métodos de muestreo con los reportados por Ramírez (2014) y Coblenz (2016) para bosques de colina baja en Madre de Dios, se aprecia una provisión maderable sensiblemente menor en nuestra área de estudio. Esto probablemente responda a diferencias en las condiciones ecológicas regionales y presiones antrópicas entre localidades.

Asimismo, la predominancia de *Ceiba pentandra* hallada concuerda con los reportes previos que catalogan a esta especie como una de las principales en términos de abundancia e importancia ecológica en bosques amazónicos (Ruiz, 2017). Su prolífica presencia influiría en gran medida sobre los patrones estructurales descritos.

### **Composición**

La diversidad de especies encontrada por ambos métodos (8-17 spp.) resultó también menor a lo comunicado por Coblenz (2016) y Ruiz (2017) en áreas cercanas (21-22 spp). Los valores reducidos de los índices de Shannon y

Simpson confirman la escasa heterogeneidad florística, coincidiendo con Quevedo *et al.* (2021) para el Chaco Húmedo paraguayo.

Esta relativa pobreza de especies podría deberse al sometimiento previo del área a aprovechamiento forestal selectivo, lo cual suele afectar negativamente la diversidad al remover los árboles de mayor valor comercial. Así, nuestros hallazgos concuerdan con Gil (2013) y Torres (2015) en cuanto a la necesidad de implementar planes de enriquecimiento y recuperación florística.

### **Valoración**

Si bien los valores económicos por hectárea fueron superiores a los de Coblentz (2016), se encuentran muy por debajo de lo reportado por Peralta (2017) en Paraguay al incluir también productos no maderables. Esto resalta la importancia de valoraciones integrales que maximicen el aprovechamiento sostenible del bosque amazónico más allá de su madera.

En conclusión, al contrastar nuestros resultados con investigaciones previas se corrobora el efecto de la tala previa sobre la estructura y composición original del bosque en estudio, así como oportunidades para mejorar las valoraciones económicas mediante enfoques más integrales e intervenciones silviculturales adecuadas.

## CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

### Estructura horizontal entre zonas:

- El número de árboles por hectárea fue similar entre la zona de muestreo 1 (0.077 ind/ha) y la zona de muestreo 2 (0.0643 ind/ha) ( $p = 0.7698$ ).
- El área basal por hectárea de la zona de muestreo 1 fue 0.0675 m<sup>2</sup>/ha mientras que en la zona de muestreo 2 fue 0.0719 m<sup>2</sup>/ha ( $p = 0.5709$ ).
- El volumen comercial por hectárea en la zona de muestreo 1 alcanzó 0.7490 m<sup>3</sup>/ha comparado con 0.8841 m<sup>3</sup>/ha en la zona de muestreo 2 ( $p = 0.8238$ ).

### Estructura vertical

- La clase diamétrica 20-20.99 m presentó la mayor densidad en ambas zonas con 0.0264 N/ha<sup>-1</sup> en la zona 1 y 0.0241 N/ha<sup>-1</sup> en la zona 2.

### Composición florística

- La zona de muestreo 1 registró 8 especies/8 géneros/7 familias mientras que la zona de muestreo 2 reportó 6 especies/6 géneros/5 familias.
- Las especies de mayor importancia ecológica fueron *Ceiba pentandra* (44.7%) y *Copaifera reticulata* (21.49%) en la zona de muestreo 1; *Ceiba pentandra* (54.01%) y *Virola elongata* (13.62%) en la zona de muestreo 2.

- Los índices de diversidad fueron bajos en ambas zonas ( $H' = 1.61$ ,  $D = 0.26$  en zona 1;  $H' = 1.40$ ,  $D = 0.33$  en zona 2).

#### **Valoración económica:**

- El valor de las especies por volumen comercial fue S/. 106,534 en la zona de muestreo 1 y S/. 127,507 en la zona de muestreo 2 ( $p = 0.8468$ ), siendo *Ceiba pentandra* la especie más valiosa en ambas zonas.

#### **Estructura horizontal entre métodos de muestreo**

- El censo registró 0.141 ind/ha mientras que el inventario reportó 7.75 ind/ha ( $p = 0.0001$ ).
- El área basal según censo fue 0.1394 m<sup>2</sup>/ha y por inventario 1.843 m<sup>2</sup>/ha ( $p = 0.0573$ ).
- El volumen por hectárea mediante censo alcanzó 1.633 m<sup>3</sup>/ha y por inventario fue 19.631 m<sup>3</sup>/ha ( $p = 0.2076$ ).

#### **Estructura vertical**

- El censo forestal evidenció la mayor densidad en la clase 20-20.99 m (0.0505 N/ha<sup>-1</sup>) mientras que el inventario forestal registró la mayor densidad en la clase 12-12.99 m (1.917 N/ha<sup>-1</sup>).

### **Composición**

- La riqueza de especies fue 8 (censo) y 17 (inventario); los índices de diversidad fueron también más altos en el inventario ( $H'=1.73$ ,  $D = 0.28$ ) que en el censo ( $H'=1.55$ ,  $D = 0.32$ ), aunque la diferencia no fue significativa en el Índice de valor de importancia entre ambos métodos de muestreo ( $p = 0.1098$ ).

### **Valoración económica**

- El valor potencial según el volumen censado fue S/. 234,041 con predominio de *Ceiba pentandra* (S/. 176,731), mientras que por inventario fue S/. 71,240.96 con predominio de *Ceiba pentandra* (S/. 29,862.78).

## CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta la similitud entre zonas y entre métodos de muestreo en varios indicadores, se recomienda:

- Adoptar el censo forestal por su menor costo e inversión de tiempo.
- Basar el aprovechamiento en las especies *Ceiba pentandra* y *Copaifera reticulata* por su alta abundancia y valor comercial.
- Establecer planes de manejo sostenible para asegurar la conservación de estas especies.
- Enriquecer con especies escasas pero valiosas para aumentar la diversidad y el valor económico del bosque.

## CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN

Acosta, V., Araujo, P., & Iturre, M. (2006). Caracteres estructurales de las Masas. Universidad Nacional de Santiago del Estero. 35 p.

Alanís, E., Mora, A., & Marroquín, J. (2020). Manual ecológico de la vegetación (Primera). Universidad Autónoma de Nuevo León. 252 p.

Alvis, J. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayan. Facultad de ciencias agropecuarias, 7(1), 115-122.

Amaral, P., Verisimo, P., & Barreto, E. (2005). Bosque para siempre. Manual para la producción de madera en la Amazonia. Belém IMAZON. 162 p.

Azqueta, D., & Ferreiro, A. (1994). Análisis económico y gestión de recursos naturales. Alianza Editorial. 100 p.

Bitrán, D. (2015). Valoración de los servicios ecosistémicos culturales para una zona Bidesértica: La Región de Tarapacá, Chile. Santiago de Chile [Tesis]. Universidad de Bi Chile. 71 p.

Cano, Á., & Stevenson, P. (2009). Diversidad y composición florística de tres tipos de bosque en la estación biológica Caparú, Vaupés. Revista Colombia Forestal, 12, 63-80.

Coblentz, E. (2016). Composición florística, estructura horizontal y volumen maderable de especies comerciales de un bosque de colina baja

en la cuenca del río Tahuamanu, Iberia, Madre de Dios, Perú [Tesis]. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 46 p.

Gadow, K., Sánchez, S., & Álvarez, J. (2007). Estructura y Crecimiento del Bosque. 280 p.

Gregersen, H. Arnold, J. Ludgren, A. Contreras-Hermosillo, A. (1997). Valoración de los bosques: Contexto, problemas y directrices.

Hernández-Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). Metodología de la Investigación (Sexta). McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. 600 p.

Lamprecht, H. (1990). Silvicultura en los Trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas— Posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. 335 p.

Louman, B., Quirós, D., & Nilsson, M. (2001). Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central (CATIE). 263 p.

Matteucci, S., & Colma, A. (2002). Metodología para el estudio de la Vegetación. 150 p.

Melo, O., & Vargas, R. (2000). Evaluación Ecológica y Silvicultural de Ecosistemas Boscosos. 222 p.

Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal (Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR)). El País. 87 p.

Peralta, N. (2017). Análisis estructural y valoración económica de bienes de uso directo de un bosque de la ecorregión alto Paraná, Paraguay [Tesis]. Universidad Nacional de Asunción. 146 p.

Perla, C., & Tórrez, J. (2008). Caracterización de la vegetación forestal, usos y diversidad de especies de la vegetación forestal en la Reserva Privada Escameca Grande, San Juan del Sur, Rivas [Tesis]. Universidad Nacional Agraria. 85 p.

PROFONANPE. (2007). Inventarios Forestales. Componente temático para la mesozonificación ecológica y económica de las cuencas de los ríos Pastaza y Morona.

Quevedo, M., Pérez, L., Tomaz, W., Amarilla, S., Ruiz, L., Peralta-Kulik, N., Silva, X., Nogueira, A., & De Magalhaes, G. (2021). Valoración económica, composición, estructura y diversidad florística del bosque mesoxerófito semicaducifolio de *Schinopsis balansae* Engl., Ecorregión Chaco Húmedo, Paraguay. *Investigación Agraria*, 2, 101-110.

Quispe, W. (2010). Estructura horizontal y vertical de dos tipos de bosque concesionados en la región Madre de Dios. Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios.

Ramírez, C. (2014). Estructura horizontal y valoración económica de un bosque de colina baja en la cuenca del río Tahuamanu, distrito de Iberia, Madre de Dios, Perú [Tesis]. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 65 p.

Rodríguez, A. (2013). Estructura horizontal y valoración económica de la madera de especies comerciales en un bosque natural de colina baja distrito del Yavarí, Loreto, Perú [Tesis]. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 71 p.

Ruiz, E. (2017). Composición florística, estructura horizontal y valoración económica de un bosque de colina baja de la cuenca del río Mayoruna, Loreto, Perú, 2016 [Tesis]. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 50 p.

Sánchez-Sánchez, C., Paz-Pellat, F., Hernández-de la rosa, P., Velázquez-Rodríguez, A., Vibrans, H., Vargas-Hernández, J., Váldez-Hernández, J., & Váldez-Lazalde, R. (2021). Riqueza de especies y tipos funcionales: Su relación en bosques de oyamel del Monte Tláloc, Estado de México. *Madera y Bosque*, 27(4), 1-23.

Supo, J. (2015). Cómo empezar una tesis – Tu proyecto de investigación en un solo día (Primera). BIOESTADISTICO EIRL. 60 p.

Torres, M. (2015). Estructura horizontal y valoración económica de la madera de las especies comerciales de un bosque de colina baja, río blanco, Loreto, Perú [Tesis]. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 62 p.

Zamora, M. (2010). Caracterización de la flora y estructura de un bosque transicional húmedo a seco, Miramar, Puntarenas, Costa Rica [Tesis]. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 116 p.

# **ANEXOS**

## ANEXO 1

### SUPUESTOS DE LA PRUEBA T DE STUDENT PARA N/HA (ZONAS)

#### a) Análisis estadístico para N/ha por zonas de evaluación

Se observa un p-valor igual a 0,7698, con un nivel de aceptación  $p < 0,05$ . Por lo tanto, no existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula, asumiendo que con 95% de probabilidad no hay diferencias significativas en el número de árboles por hectárea (N/Ha) entre zonas de muestreo.

#### Prueba T para muestras independientes

Variable	G1	G2	M1	M2	DM	IC	V. T	P-valor
N/Ha	Zona 1	Zona 2	0.09	0.09	-0.01	Li -0.07 Ls 0.05	-0.30	0.7698

#### b) Validación de supuestos de los residuos del modelo

Los residuos del modelo presentaron una distribución normal y varianzas homogéneas. No obstante, se realizó la transformación de los datos mediante Raíz cuadrada.

#### Normalidad

Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk (modificado) y el Q-Q plot. Se comparó los residuos obtenidos con una prueba de hipótesis:

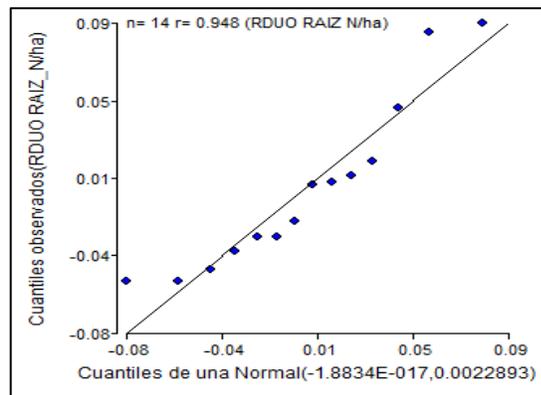
**H0:** los residuos tienen distribución normal.

**H1:** los residuos no tienen distribución normal.

### Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	N	Media	D.E.	W*	p(unilateral D)
RDUO RAIZ N/ha	14	0.00	0.05	0.86	0.0580

Con un p-valor de 0,580, mayor al p-valor nominal (0,05), se puede afirmar que no existe suficiente evidencia para rechazar el supuesto de distribución normal. Esto puede observarse en la figura 11, QQ plot.



**Figura 11.** QQ plot para N/ha entre zonas de muestreo

### Homogeneidad de varianzas

Se verificó el cumplimiento de la homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene. Los resultados se contrastaron a través de una prueba de hipótesis.

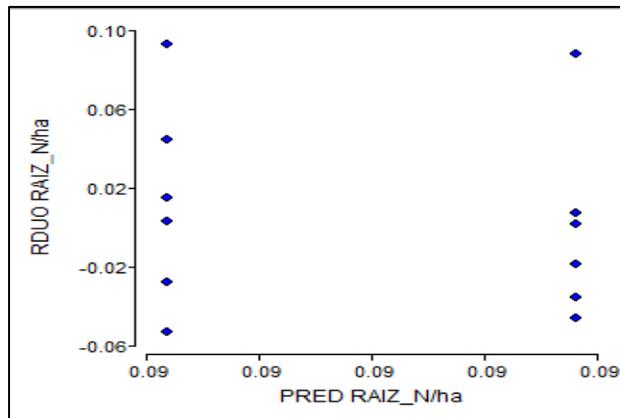
**H<sub>0</sub>:** Las varianzas de los grupos son homogéneos

**H<sub>1</sub>:** Las varianzas de los grupos no son homogéneos

### Prueba de Levene mediante el ANOVA para N/ha

F.V.	SC	gl	CM	F	p-Valor
Modelo	1.6E-04	1	1.6E-04	0.18	0.6783
Zonas de evaluación	1.6E-04	1	1.6E-04	0.18	0.6783
Error	0.01	12	8.8E-04		
Total	0.01	13			

La prueba de Levene indica que, el p-valor (0.6783) calculado es mayor que el valor de significación nominal ( $p < 0,05$ ). Por tal motivo, se puede afirmar que no existen suficiente evidencia para no aceptar el supuesto de igualdad de las varianzas. Tal y como se observa en la nube de puntos en la figura 12.



**Figura 12.** Dispersión de puntos del N/ha entre zonas de muestreo.

## SUPUESTOS DE LA PRUEBA T DE STUDENT PARA G/HA (ZONAS)

### c) Análisis estadístico para N/ha por zonas de evaluación

Se observa un p-valor igual a 0,5709, con un nivel de aceptación  $p < 0,05$ . Por lo tanto, no existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula, asumiendo que con 95% de probabilidad no hay diferencias significativas en el área basal por hectárea (N/ha) entre zonas de estudio.

### Prueba T para muestras independientes

Variable	G1	G2	M1	M2	DM	IC	V. T	P-valor
G/ha	Zona 1	Zona 2	-5.79	-5.34	-0.46	Li -2.17 Ls 1.25	-0.58	0.5709

### d) Validación de supuestos de los residuos del modelo

Los residuos del modelo presentaron una distribución normal y varianzas homogéneas. No obstante, se realizó la transformación de los datos mediante Logaritmo natural.

#### Normalidad

Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk (modificado) y el Q-Q plot. Se comparó los residuos obtenidos con una prueba de hipótesis:

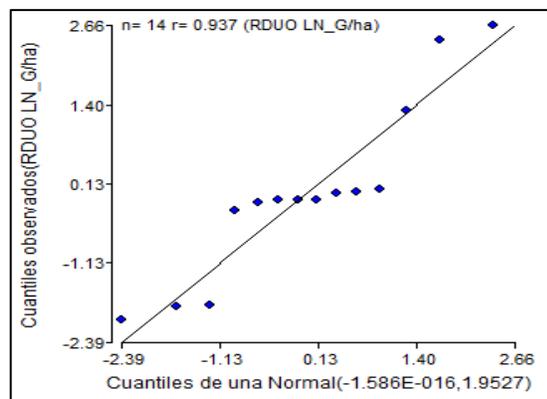
**H0:** los residuos tienen distribución normal.

**H1:** los residuos no tienen distribución normal.

### Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	N	Media	D.E.	W*	p(unilateral D)
RDUO LN G/ha	14	0.00	1.40	0.86	0.0635

Con un p-valor de 0,0635, mayor al p-valor nominal (0,05), se puede afirmar que no existe suficiente evidencia para rechazar el supuesto de distribución normal. Esto puede observarse en la figura 13, QQ plot.



**Figura 13.** QQ plot para G/ha entre zonas de muestreo

### Homogeneidad de varianzas

Se verificó el cumplimiento de la homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene. Los resultados se contrastaron a través de una prueba de hipótesis.

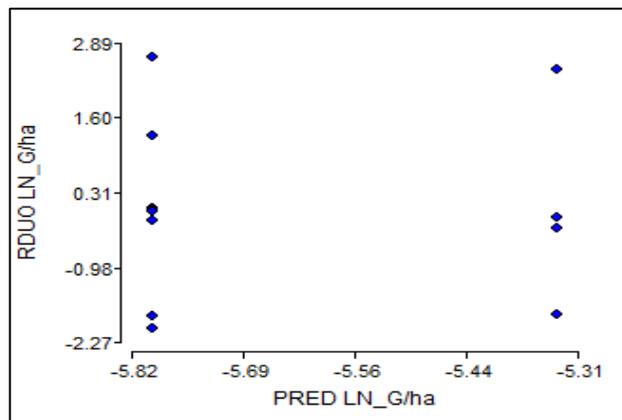
**H<sub>0</sub>:** Las varianzas de los grupos son homogéneos

**H<sub>1</sub>:** Las varianzas de los grupos no son homogéneos

### Prueba de Levene mediante el ANOVA para G/Ha

F.V.	SC	gl	CM	F	p-Valor
Modelo	0.13	1	0.13	0.12	0.7396
Zonas de evaluación	0.13	1	0.13	0.12	0.7396
Error	13.40	12	1.12		
Total	13.53	13			

La prueba de Levene indica que, el p-valor calculado (0.7396) es mayor que el valor de significación nominal ( $p < 0,05$ ). Por tal motivo, se puede afirmar que no existen suficiente evidencia para no aceptar el supuesto de igualdad de las varianzas. Tal y como se observa en la nube de puntos en la figura 14.



**Figura 14.** Dispersión de puntos del G/ha entre zonas de muestreo.

## SUPUESTOS DE LA PRUEBA T DE STUDENT PARA V/HA (ZONAS)

### e) Análisis estadístico para N/ha por zonas de evaluación

Se observa un p-valor igual a 0,5709, con un nivel de aceptación  $p < 0,05$ . Por lo tanto, no existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula, asumiendo que con 95% de probabilidad no hay diferencias significativas en el área basal por hectárea (N/ha) entre zonas de estudio.

### Prueba T para muestras independientes

Variable	G1	G2	M1	M2	DM	IC	V. T	P-valor
G/ha	Zona 1	Zona 2	-5.79	-5.34	-0.46	Li -2.17 Ls 1.25	-0.58	0.5709

### f) Validación de supuestos de los residuos del modelo

Los residuos del modelo presentaron una distribución normal y varianzas homogéneas. No obstante, se realizó la transformación de los datos mediante Logaritmo natural.

#### Normalidad

Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk (modificado) y el Q-Q plot. Se comparó los residuos obtenidos con una prueba de hipótesis:

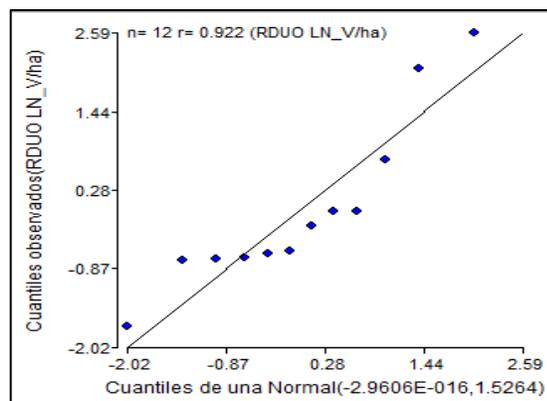
**H0:** los residuos tienen distribución normal.

**H1:** los residuos no tienen distribución normal.

### Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	N	Media	D.E.	W*	p(unilateral D)
RDUO LN V/ha	12	0.00	1.24	0.86	0.0820

Con un p-valor de 0,0820, mayor al p-valor nominal (0,05), se puede afirmar que no existe suficiente evidencia para rechazar el supuesto de distribución normal. Esto puede observarse en la figura 15, QQ plot.



**Figura 15.** QQ plot para V/ha entre zonas de muestreo

### Homogeneidad de varianzas

Se verificó el cumplimiento de la homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene. Los resultados se contrastaron a través de una prueba de hipótesis.

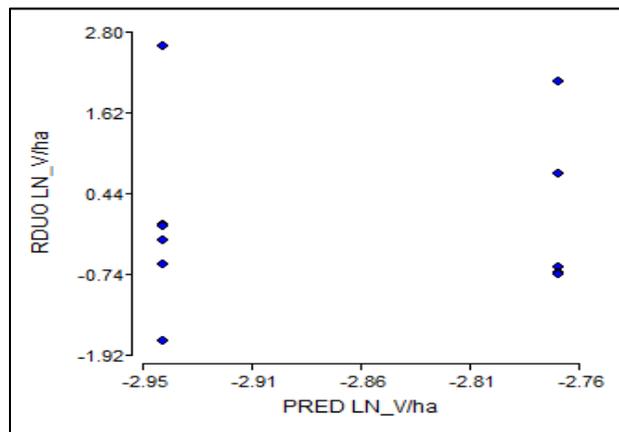
**H<sub>0</sub>:** Las varianzas de los grupos son homogéneos

**H<sub>1</sub>:** Las varianzas de los grupos no son homogéneos

### Prueba de Levene mediante el ANOVA para V/Ha

F.V.	SC	gl	CM	F	p-Valor
Modelo	0.01	1	0.01	0.02	0.8907
Zonas de evaluación	0.01	1	0.01	0.02	0.8907
Error	7.12	10	0.71		
Total	7.13	11			

La prueba de Levene indica que, el p-valor calculado (0.8907) es mayor que el valor de significación nominal ( $p < 0,05$ ). Por tal motivo, se puede afirmar que no existen suficiente evidencia para no aceptar el supuesto de igualdad de las varianzas. Tal y como se observa en la nube de puntos en la figura 16.



**Figura 16.** Dispersión de puntos del G/ha entre zonas de muestreo.

## SUPUESTOS DE LA PRUEBA T DE STUDENT PARA IVI (ZONAS)

### g) Análisis estadístico para N/ha por zonas de evaluación

Se observa un p-valor igual a 0,5709, con un nivel de aceptación  $p < 0,05$ . Por lo tanto, no existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula, asumiendo que con 95% de probabilidad no hay diferencias significativas en el área basal por hectárea (N/Ha) entre zonas de estudio.

### Prueba T para muestras independientes

Variable	G1	G2	M1	M2	DM	IC	V. T	P-valor
G/Ha	Zona 1	Zona 2	-5.79	-5.34	-0.46	Li -2.17 Ls 1.25	-0.58	0.5709

### h) Validación de supuestos de los residuos del modelo

Los residuos del modelo presentaron una distribución normal y varianzas homogéneas. No obstante, se realizó la transformación de los datos mediante Logaritmo natural.

#### Normalidad

Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk (modificado) y el Q-Q plot. Se comparó los residuos obtenidos con una prueba de hipótesis:

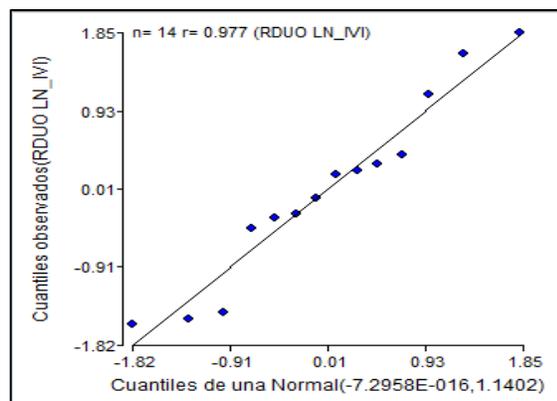
**H0:** los residuos tienen distribución normal.

**H1:** los residuos no tienen distribución normal.

### Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	N	Media	D.E.	W*	p(unilateral D)
RDUO LN IVI	14	0.00	1.07	0.92	0.3570

Con un p-valor de 0,3570, mayor al p-valor nominal (0,05), se puede afirmar que no existe suficiente evidencia para rechazar el supuesto de distribución normal. Esto puede observarse en la figura 17, QQ plot.



**Figura 17.** QQ plot para IVI entre zonas de muestreo.

### Homogeneidad de varianzas

Se verificó el cumplimiento de la homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene. Los resultados se contrastaron a través de una prueba de hipótesis.

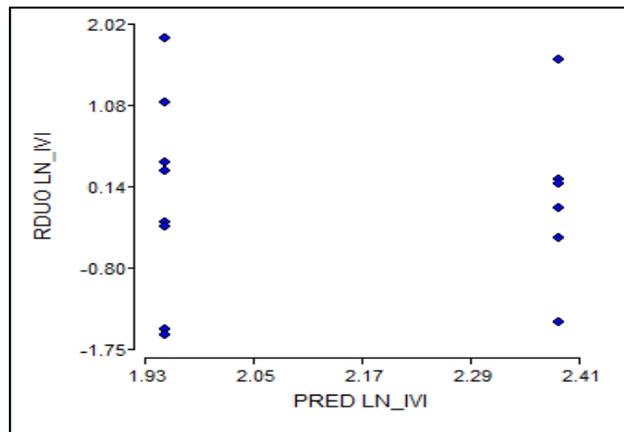
**H<sub>0</sub>:** Las varianzas de los grupos son homogéneos

**H<sub>1</sub>:** Las varianzas de los grupos no son homogéneos

### Prueba de Levene mediante el ANOVA para IVI

F.V.	SC	gl	CM	F	p-Valor
Modelo	0.23	1	0.23	0.51	0.4895
Zonas de evaluación	0.23	1	0.23	0.51	0.4895
Error	5.35	12	0.45		
Total	5.58	13			

La prueba de Levene indica que, el p-valor calculado (0.4895) es mayor que el valor de significación nominal ( $p < 0,05$ ). Por tal motivo, se puede afirmar que no existen suficiente evidencia para no aceptar el supuesto de igualdad de las varianzas. Tal y como se observa en la nube de puntos en la figura 18.



**Figura 18.** Dispersión de puntos del IVI entre zonas de muestreo.

## SUPUESTOS DE LA PRUEBA T DE STUDENT PARA LA VALORACIÓN ECONÓMICA (ZONAS)

### i) Análisis estadístico para N/ha por zonas de evaluación

Se observa un p-valor igual a 0,5709, con un nivel de aceptación  $p < 0,05$ . Por lo tanto, no existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula, asumiendo que con 95% de probabilidad no hay diferencias significativas en el área basal por hectárea (N/Ha) entre zonas de estudio.

### Prueba T para muestras independientes

Variable	G1	G2	M1	M2	DM	IC	V. T	P-valor
Val. eco	Zona 1	Zona 2	8.92	8.75	0.17	Li -1.75 Ls 2.09	0.20	0.8468

### j) Validación de supuestos de los residuos del modelo

Los residuos del modelo presentaron una distribución normal y varianzas homogéneas. No obstante, se realizó la transformación de los datos mediante Logaritmo natural.

#### Normalidad

Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk (modificado) y el Q-Q plot. Se comparó los residuos obtenidos con una prueba de hipótesis:

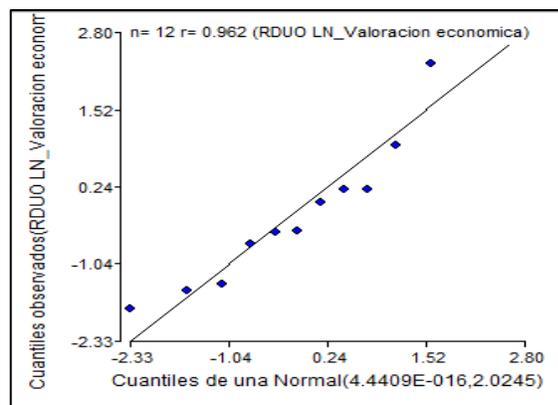
**H0:** los residuos tienen distribución normal.

**H1:** los residuos no tienen distribución normal.

### Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	N	Media	D.E.	W*	p(unilateral D)
RDUO LN Valoración Eco.	12	0.00	1.42	0.90	0.2854

Con un p-valor de 0,2854, mayor al p-valor nominal (0,05), se puede afirmar que no existe suficiente evidencia para rechazar el supuesto de distribución normal. Esto puede observarse en la figura 19, QQ plot.



**Figura 19.** QQ plot para valoración entre zonas de muestreo.

### Homogeneidad de varianzas

Se verificó el cumplimiento de la homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene. Los resultados se contrastaron a través de una prueba de hipótesis.

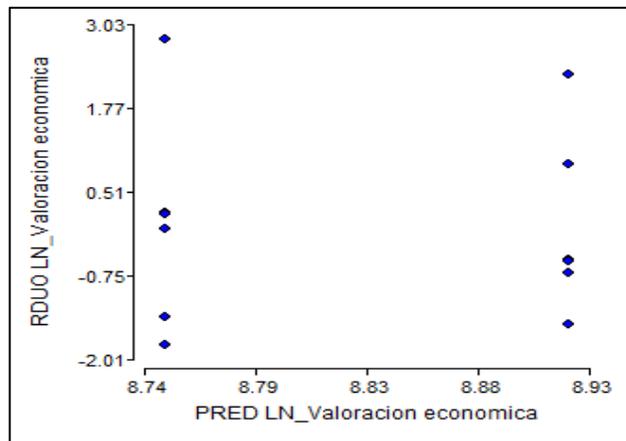
**H<sub>0</sub>:** Las varianzas de los grupos son homogéneos

**H<sub>1</sub>:** Las varianzas de los grupos no son homogéneos

### Prueba de Levene mediante el ANOVA para Valoración

F.V.	SC	gl	CM	F	p-Valor
Modelo	5.4E-04	1	5.4E-04	6.2E-04	0.9806
Zonas de evaluación	5.4E-04	1	5.4E-04	6.2E-04	0.9806
Error	8.63	10	0.86		
Total	8.63	11			

La prueba de Levene indica que, el p-valor calculado (0.9806) es mayor que el valor de significación nominal ( $p < 0,05$ ). Por tal motivo, se puede afirmar que no existen suficiente evidencia para no aceptar el supuesto de igualdad de las varianzas. Tal y como se observa en la nube de puntos en la figura 20.



**Figura 20.** Dispersión de puntos de la valoración entre zonas de muestreo.

**SUPUESTOS DE LA PRUEBA T DE STUDENT PARA N/HA  
(MÉTODOS)**

**k) Análisis estadístico para N/ha por métodos de muestreo**

Se observa un p-valor igual a 0,0001, con un nivel de aceptación  $p < 0,05$ . Por lo tanto, existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula, asumiendo que con 95% de probabilidad hay diferencias significativas en el número de árboles por hectárea (N/Ha) entre los métodos de muestreo.

**Prueba T para muestras independientes**

<b>Variable</b>	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>DM</b>	<b>IC</b>	<b>V. T</b>	<b>P-valor</b>
N/Ha	Censo	Inventa	-4.78	-1.81	-2.92	Li-4.18 Ls-1.75	-5.05	<0.0001

**l) Validación de supuestos de los residuos del modelo**

Los residuos del modelo presentaron una distribución normal y varianzas homogéneas. No obstante, se realizó la transformación de los datos mediante Logaritmo natural.

**Normalidad**

Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk (modificado) y el Q-Q plot. Se comparó los residuos obtenidos con una prueba de hipótesis:

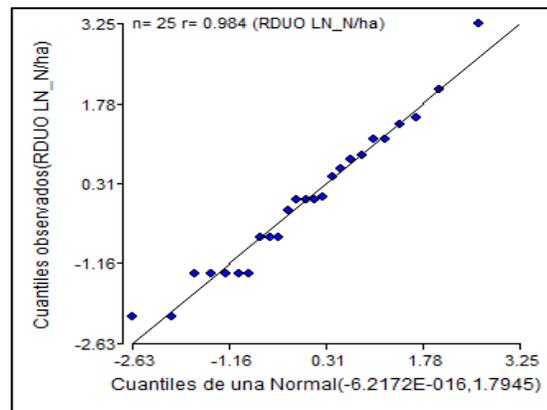
**H0:** los residuos tienen distribución normal.

**H1:** los residuos no tienen distribución normal.

### Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	N	Media	D.E.	W*	p(unilateral D)
RDUO LN N/ha	25	0.00	1.34	0.95	0.5733

Con un p-valor de 0,5733, mayor al p-valor nominal (0,05), se puede afirmar que no existe suficiente evidencia para rechazar el supuesto de distribución normal. Esto puede observarse en la figura 21, QQ plot.



**Figura 21.** QQ plot para N/ha entre métodos de muestreo.

### Homogeneidad de varianzas

Se verificó el cumplimiento de la homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene. Los resultados se contrastaron a través de una prueba de hipótesis.

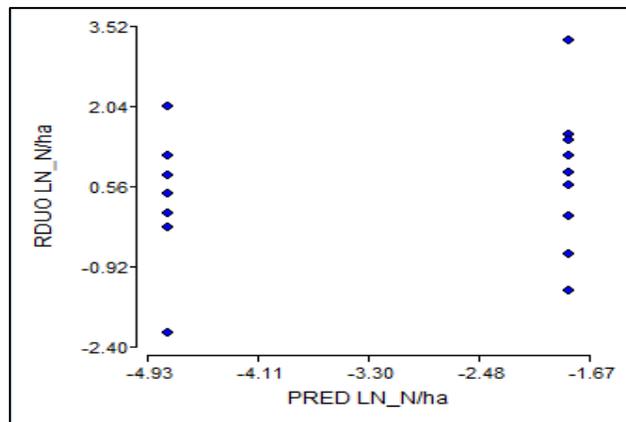
**H<sub>0</sub>:** Las varianzas de los grupos son homogéneos

**H<sub>1</sub>:** Las varianzas de los grupos no son homogéneos

### Prueba de Levene mediante el ANOVA para N/ha

F.V.	SC	gl	CM	F	p-Valor
Modelo	0.03	1	0.03	0.05	0.8308
Zonas de evaluación	0.03	1	0.03	0.05	0.8308
Error	14.98	23	0.65		
Total	15.01	24			

La prueba de Levene indica que, el p-valor calculado (0.8308) es mayor que el valor de significación nominal ( $p < 0,05$ ). Por tal motivo, se puede afirmar que no existen suficiente evidencia para no aceptar el supuesto de igualdad de las varianzas. Tal y como se observa en la nube de puntos en la figura 22.



**Figura 22.** Dispersión de puntos del N/ha entre métodos de muestreo.

## SUPUESTOS DE LA PRUEBA T DE STUDENT PARA G/HA (MÉTODOS)

### a) Análisis estadístico para G/ha por métodos de muestreo

Se observa un p-valor igual a 0,0573, con un nivel de aceptación  $p < 0,05$ . Por lo tanto, no existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula, asumiendo que con 95% de probabilidad no hay diferencias significativas en el área basal por hectárea (G/Ha) entre métodos de muestreo.

### Prueba T para muestras independientes

Variable	G1	G2	M1	M2	DM	IC	V. T	P-valor
N/Ha	Censo	Inventa	-4.86	-3.42	-1.44	Li-2.92 Ls 0.05	-2.01	0.0573

### b) Validación de supuestos de los residuos del modelo

Los residuos del modelo presentaron una distribución normal y varianzas homogéneas. No obstante, se realizó la transformación de los datos mediante Logaritmo natural.

#### Normalidad

Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk (modificado) y el Q-Q plot. Se comparó los residuos obtenidos con una prueba de hipótesis:

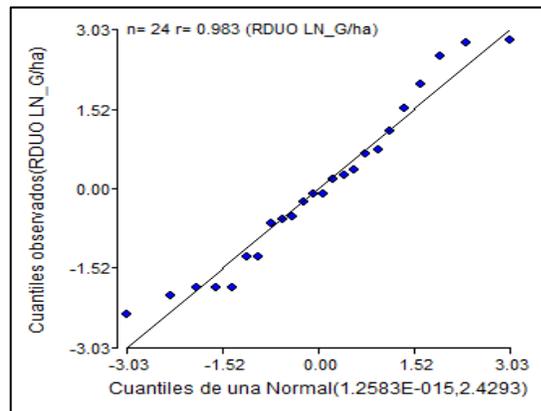
**H<sub>0</sub>**: los residuos tienen distribución normal.

**H1:** los residuos no tienen distribución normal.

### Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	N	Media	D.E.	W*	p(unilateral D)
RDUO LN N/ha	24	0.00	1.56	0.92	0.1638

Con un p-valor de 0,1638, mayor al p-valor nominal (0,05), se puede afirmar que no existe suficiente evidencia para rechazar el supuesto de distribución normal. Esto puede observarse en la figura 23, QQ plot.



**Figura 23.** QQ plot para G/ha entre métodos de muestreo.

### Homogeneidad de varianzas

Se verificó el cumplimiento de la homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene. Los resultados se contrastaron a través de una prueba de hipótesis.

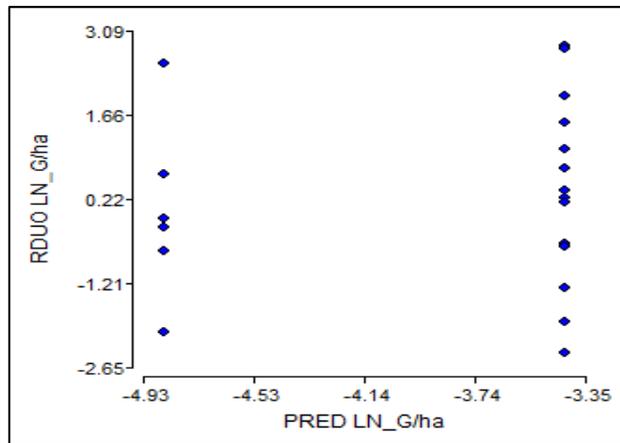
**Ho:** Las varianzas de los grupos son homogéneos

**H1:** Las varianzas de los grupos no son homogéneos

### Prueba de Levene mediante el ANOVA para G/ha

F.V.	SC	gl	CM	F	p-Valor
Modelo	1.10	1	1.10	1.37	0.2538
Zonas de evaluación	1.10	1	1.10	1.37	0.2538
Error	17.60	22	0.80		
Total	18.70	23			

La prueba de Levene indica que, el p-valor calculado (0.2538) es mayor que el valor de significación nominal ( $p < 0,05$ ). Por tal motivo, se puede afirmar que no existen suficiente evidencia para no aceptar el supuesto de igualdad de las varianzas. Tal y como se observa en la nube de puntos en la figura 24.



**Figura 24.** Dispersión de puntos del G/ha entre métodos de muestreo.

## SUPUESTOS DE LA PRUEBA T DE STUDENT PARA V/HA

### (MÉTODOS)

#### c) Análisis estadístico para V/ha por métodos de muestreo

Se observa un p-valor igual a 0,2076, con un nivel de aceptación  $p < 0,05$ . Por lo tanto, no existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula, asumiendo que con 95% de probabilidad no hay diferencias significativas en el volumen comercial por hectárea (V/Ha) entre los métodos de muestreo.

#### Prueba T para muestras independientes

Variable	G1	G2	M1	M2	DM	IC	V. T	P-valor
V/Ha	Censo	Inventa	-2.10	-1.11	-0.98	Li-2.55 Ls 0.59	-1.30	0.2076

#### d) Validación de supuestos de los residuos del modelo

Los residuos del modelo presentaron una distribución normal y varianzas homogéneas. No obstante, se realizó la transformación de los datos mediante Logaritmo natural.

#### Normalidad

Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk (modificado) y el Q-Q plot. Se comparó los residuos obtenidos con una prueba de hipótesis:

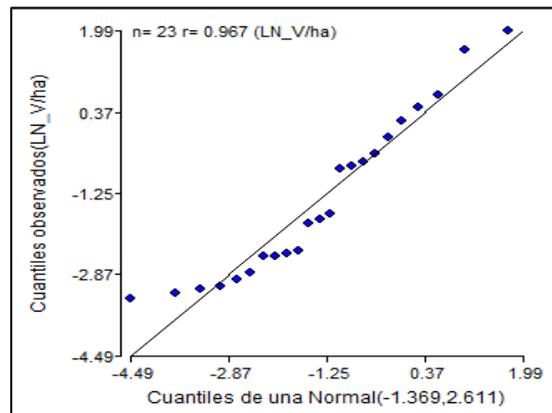
**H0:** los residuos tienen distribución normal.

**H1:** los residuos no tienen distribución normal.

### Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	N	Media	D.E.	W*	p(unilateral D)
RDUO LN V/ha	23	0.00	1.55	0.93	0.2490

Con un p-valor de 0,2490, mayor al p-valor nominal (0,05), se puede afirmar que no existe suficiente evidencia para rechazar el supuesto de distribución normal. Esto puede observarse en la figura 25, QQ plot.



**Figura 25.** QQ plot para V/ha entre métodos de muestreo.

### Homogeneidad de varianzas

Se verificó el cumplimiento de la homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene. Los resultados se contrastaron a través de una prueba de hipótesis.

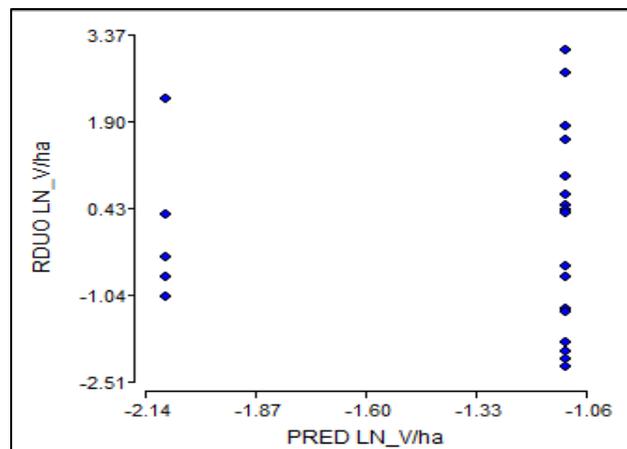
**Ho:** Las varianzas de los grupos son homogéneos

**H1:** Las varianzas de los grupos no son homogéneos

### Prueba de Levene mediante el ANOVA para V/ha

F.V.	SC	gl	CM	F	p-Valor
Modelo	1.37	1	1.37	2.02	0.1704
Zonas de evaluación	1.37	1	1.37	2.02	0.1704
Error	14.28	21	0.68		
Total	15.65	22			

La prueba de Levene indica que, el p-valor calculado (0.1704) es mayor que el valor de significación nominal ( $p < 0,05$ ). Por tal motivo, se puede afirmar que no existen suficiente evidencia para no aceptar el supuesto de igualdad de las varianzas. Tal y como se observa en la nube de puntos en la figura 26.



**Figura 26.** Dispersión de puntos del V/ha entre métodos de muestreo.

## SUPUESTOS DE LA PRUEBA T DE STUDENT PARA IVI (MÉTODOS)

### e) Análisis estadístico para IVI por métodos de muestreo

Se observa un p-valor igual a 0,2076, con un nivel de aceptación  $p < 0,05$ . Por lo tanto, no existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula, asumiendo que con 95% de probabilidad no hay diferencias significativas en el índice de valor de importancia entre los métodos de muestreo.

### Prueba T para muestras independientes

Variable	G1	G2	M1	M2	DM	IC	V. T	P-valor
V/Ha	Censo	Inventa	-2.10	-1.11	-0.98	Li-2.55 Ls 0.59	-1.30	0.2076

### f) Validación de supuestos de los residuos del modelo

Los residuos del modelo presentaron una distribución normal y varianzas homogéneas. No obstante, se realizó la transformación de los datos mediante Logaritmo natural.

#### Normalidad

Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk (modificado) y el Q-Q plot. Se comparó los residuos obtenidos con una prueba de hipótesis:

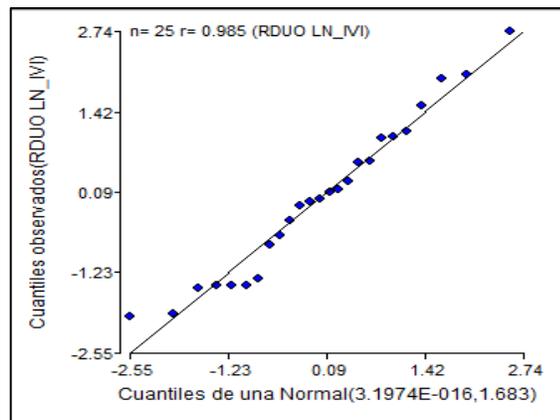
**H0:** los residuos tienen distribución normal.

**H1:** los residuos no tienen distribución normal.

### Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	N	Media	D.E.	W*	p(unilateral D)
RDUO LN IVI	25	0.00	1.30	0.94	0.3121

Con un p-valor de 0,3121, mayor al p-valor nominal (0,05), se puede afirmar que no existe suficiente evidencia para rechazar el supuesto de distribución normal. Esto puede observarse en la figura 27, QQ plot.



**Figura 27.** QQ plot para IVI entre métodos de muestreo.

### Homogeneidad de varianzas

Se verificó el cumplimiento de la homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene. Los resultados se contrastaron a través de una prueba de hipótesis.

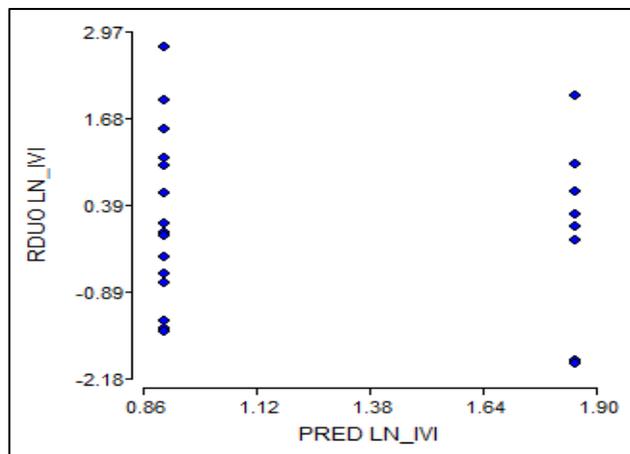
**H<sub>0</sub>:** Las varianzas de los grupos son homogéneos

**H<sub>1</sub>:** Las varianzas de los grupos no son homogéneos

### Prueba de Levene mediante el ANOVA para IVI

F.V.	SC	gl	CM	F	p-Valor
Modelo	0.02	1	0.02	0.03	0.8546
Zonas de evaluación	0.02	1	0.02	0.03	0.8546
Error	13.50	23	0.59		
Total	13.52	24			

La prueba de Levene indica que, el p-valor calculado (0.8546) es mayor que el valor de significación nominal ( $p < 0,05$ ). Por tal motivo, se puede afirmar que no existen suficiente evidencia para no aceptar el supuesto de igualdad de las varianzas. Tal y como se observa en la nube de puntos en la figura 28.



**Figura 28.** Dispersión de puntos del IVI entre métodos de muestreo.

**SUPUESTOS DE LA PRUEBA T DE STUDENT PARA LA  
VALORACIÓN ECONÓMICA (MÉTODOS)**

**g) Análisis estadístico para la valoración por métodos de muestreo**

Se observa un p-valor igual a 0,0043, con un nivel de aceptación  $p < 0,05$ . Por lo tanto, existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula, asumiendo que con 95% de probabilidad hay diferencias significativas en la valoración económica entre los métodos de muestreo.

**Prueba T para muestras independientes**

<b>Variable</b>	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>DM</b>	<b>IC</b>	<b>V. T</b>	<b>P-valor</b>
Valor re.	Censo	Inventa	9.66	6.94	2.66	Li 0.94 Ls 4.38	3.22	0.0043

**h) Validación de supuestos de los residuos del modelo**

Los residuos del modelo presentaron una distribución normal y varianzas homogéneas. No obstante, se realizó la transformación de los datos mediante Logaritmo natural.

**Normalidad**

Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk (modificado) y el Q-Q plot. Se comparó los residuos obtenidos con una prueba de hipótesis:

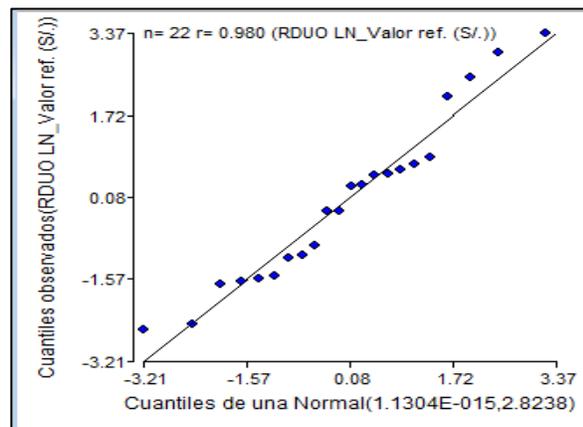
**H0:** los residuos tienen distribución normal.

**H1:** los residuos no tienen distribución normal.

### Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	N	Media	D.E.	W*	p(unilateral D)
RDUO LN VALORA	22	0.00	1.68	0.93	0.2566

Con un p-valor de 0,2566, mayor al p-valor nominal (0,05), se puede afirmar que no existe suficiente evidencia para rechazar el supuesto de distribución normal. Esto puede observarse en la figura 29, QQ plot.



**Figura 29.** QQ plot para la valoración económica entre métodos de muestreo.

### Homogeneidad de varianzas

Se verificó el cumplimiento de la homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene. Los resultados se contrastaron a través de una prueba de hipótesis.

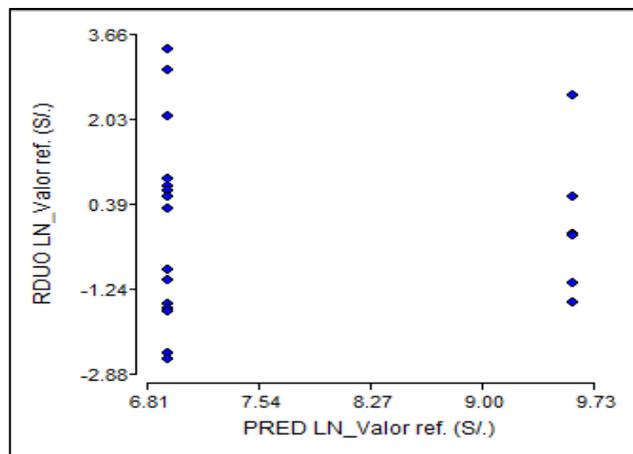
**H<sub>0</sub>:** Las varianzas de los grupos son homogéneos

**H<sub>1</sub>:** Las varianzas de los grupos no son homogéneos

### Prueba de Levene mediante el ANOVA para la Valoración e.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-Valor
Modelo	0.97	1	0.97	1.07	0.3142
Pred valor refer (s/.)	0.97	1	0.97	1.07	0.3142
Error	18.20	20	0.91		
Total	19.27	21			

La prueba de Levene indica que, el p-valor calculado (0.3142) es mayor que el valor de significación nominal ( $p < 0,05$ ). Por tal motivo, se puede afirmar que no existen suficiente evidencia para no aceptar el supuesto de igualdad de las varianzas. Tal y como se observa en la nube de puntos en la figura 30.



**Figura 30.** Dispersión de puntos de la valoración económica entre métodos de muestreo.