



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

**CARACTERIZACIÓN DE LA SUCESIÓN NATURAL BAJO EL
BOSQUE PLANTADO DEL CERRO CUSHCUD MIRADOR EL
CHURO EN LA PARROQUIA LICÁN DEL CANTÓN RIOBAMBA,
PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA FORESTAL

AUTORA:

ADELA ISABEL CUENCA CUENCA

Riobamba – Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

**CARACTERIZACIÓN DE LA SUCESIÓN NATURAL BAJO EL
BOSQUE PLANTADO DEL CERRO CUSHCUD MIRADOR EL
CHURO EN LA PARROQUIA LICÁN DEL CANTÓN RIOBAMBA,
PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA FORESTAL

AUTORA: ADELA ISABEL CUENCA CUENCA

DIRECTORA: Ing. NORMA XIMENA LARA VÁSCONEZ MSc.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Adela Isabel Cuenca Cuenca

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Adela Isabel Cuenca Cuenca, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 24 de mayo de 2023

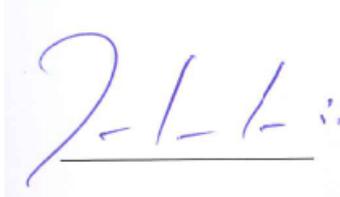
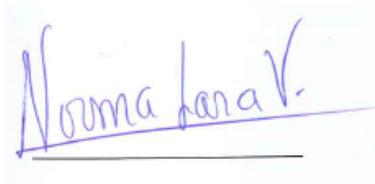
A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Adela Isabel Cuenca Cuenca', is positioned above the printed name and ID number.

Adela Isabel Cuenca Cuenca

2100518428

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **CARACTERIZACIÓN DE LA SUCESIÓN NATURAL BAJO EL BOSQUE PLANTADO DEL CERRO CUSHCUD MIRADOR EL CHURO EN LA PARROQUIA LICÁN DEL CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**, realizado por la señorita: **ADELA ISABEL CUENCA CUENCA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Rolando Fabián Zabala Vizuete MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-05-24
Ing. Norma Ximena Lara Vásconez MSc. DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-05-24
Ing. Miguel Ángel Guallpa Calva MSc. ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-05-24

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado especialmente a todos quienes formaron y forman parte de mi vida, a la memoria de mi hermanita Nathaly Cuenca de quien su cariño aun me acompaña día a día.

A mis padres Robinson y Elgida, a mis hermanos Cinthya y Alexander por su apoyo, amor, confianza y dedicación en mi formación, han sido ellos quienes me han guiado para llegar al lugar en donde me encuentro en este momento.

A mi querido sobrino Liam por su rayito de luz en este mundo.

Este trabajo va dedicado a todos ustedes, los quiero mucho.

Adela

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme dado la vida, la bendición a lo largo de mi existencia.

Mi más sincero agradecimiento a mi familia que siempre estuvieron presentes con su apoyo incondicional en cada logro de mis metas.

A mi directora y asesor de trabajo de investigación Ing. Norma Lara e Ing. Miguel Guallpa por su apoyo, orientación y conocimientos he podido culminar esta investigación.

A mis distinguidos docentes, en especial al Ing. Manuel Espinoza quien con sus conocimientos y consejos me ha guiado en esta investigación.

A mis amistades que encontré en el transcurso de la carrera, por su apoyo, motivación y cariño, le dieron un toque especial a esta travesía, los llevo conmigo siempre.

Adela

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 <i>Objetivo general</i>	3
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
1.3 Justificación.....	4
1.4 Hipótesis.....	4
1.4.1 <i>Nula</i>	4
1.4.2 <i>Alternativa</i>	4

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Referencias teóricas.....	5
2.1.1 <i>Pinus radiata D. Don</i>	5
2.1.1.1 <i>Taxonomía</i>	5
2.1.1.2 <i>Descripción botánica</i>	5
2.1.1.3 <i>Usos</i>	6
2.1.1.4 <i>Manejo</i>	6
2.1.2 <i>Bosques plantados</i>	6
2.1.3 <i>Sucesión ecológica</i>	6
2.1.4 <i>Inventario forestal</i>	6
2.1.5 <i>Estructura horizontal</i>	7
2.1.6 <i>Estructura vertical</i>	7
2.1.7 <i>Muestreo</i>	7
2.1.7.1 <i>Diseños básicos de muestreo</i>	7

2.1.7.2	<i>Muestreo al azar</i>	7
2.1.7.3	<i>Muestreo sistemático</i>	7
2.1.8	<i>Mediciones dasométricas</i>	8
2.1.8.1	<i>Medición del diámetro</i>	8
2.1.8.2	<i>Medición de altura</i>	8
2.1.8.3	<i>Área basal</i>	8
2.1.8.4	<i>Volumen del árbol en pie</i>	9
2.1.9	<i>Parcela</i>	9
2.1.10	<i>Transecto</i>	9
2.1.11	<i>Índices de diversidad</i>	9
2.1.11.1	<i>Abundancia relativa</i>	9
2.1.11.2	<i>Índice de Valor de Importancia (IVI)</i>	10
2.1.11.3	<i>Índice de diversidad de Shannon</i>	10
2.1.11.4	<i>Índice de diversidad de Simpson</i>	11
2.1.12	<i>Diversidad alfa</i>	11
2.1.13	<i>Diversidad beta</i>	11
2.1.14	<i>Conservación del Bosque</i>	12
2.1.15	<i>Manejo forestal</i>	12

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	13
3.1	Enfoque de investigación	13
3.2	Nivel de investigación	13
3.3	Diseño de investigación	14
3.4	Tipo de estudio	14
3.5	Métodos e instrumentos de investigación	14
3.5.1	<i>Métodos</i>	14
3.5.1.1	<i>Realizar el estudio de composición de la sucesión natural del bosque plantado del cerro Cushcud</i>	14
3.5.2	<i>Instrumentos</i>	17

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	18
4.1	Estudio de composición de la sucesión natural del bosque plantado	18
4.1.1	<i>Estimadores estadísticos de la plantación del Pinus radiata</i>	18

4.1.2	<i>Composición florística</i>	18
4.2	Diversidad florística	20
4.2.1	<i>Diversidad alfa (α)</i>	20
CONCLUSIONES		23
RECOMENDACIONES		24
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1.	Interpretación del índice de Shannon.	10
Tabla 2-2:	Interpretación del índice de Simpson.	11
Tabla 3-3:	Descripción de las unidades de muestreo	16
Tabla 4-4:	Estimadores estadísticos de las variables cuantitativas de la plantación de <i>Pinus radiata</i>	18
Tabla 4-5:	Cobertura de especies arbustivas en la plantación de <i>Pinus radiata</i>	18
Tabla 4-6:	Cobertura de especies herbáceas en la plantación de <i>Pinus radiata</i>	19
Tabla 4-7:	Número de individuos por especies arbustivas en cada parcela	19
Tabla 4-8:	Número de individuos por especies herbáceas en cada parcela	19
Tabla 4-9:	Índice de importancia de especies de flora del estrato herbáceo en <i>Pinus radiata</i>	20
Tabla 4-10:	Índice de importancia de especies de flora del estrato arbustivo en <i>Pinus radiata</i>	20
Tabla 4-11:	Índices de diversidad del estrato herbáceo en <i>Pinus radiata</i>	20
Tabla 4-12:	Índices de diversidad del estrato arbustivo en <i>Pinus radiata</i>	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1: Ubicación geográfica del area de estudio en el cerro Cushcud.....	15
Figura 3-2. Diseño de la unidad de muestreo.....	16

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

ANEXO B: INVENTARIO Y LEVANTAMIENTO DE CUADRANTES EN LAS
PARCELAS

ANEXO C: IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES EN EL HERBARIO DE LA ESPOCH

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se realizó el estudio de composición y diversidad florística de acuerdo con los índices de valores de importancia y diversidad, con fines de caracterizar la sucesión natural bajo el bosque plantado de *Pinus radiata* del cerro Cushcud en la parroquia de Licán del cantón Riobamba. La metodología aplicada fue por muestreo sistemático, se instaló cuatro parcelas cuadradas de 20 m x 20 m, se tomaron datos de variables cuantitativas de mediciones dasométricas, estos datos fueron procesados para determinar los estimadores estadísticos. Para la sucesión natural, se trazó subparcelas de 5 m x 5 m para datos de especies arbustivas y en especies herbáceas se instaló dos cuadrantes de 1m x 1m. Se recolectó muestras de vegetación y se realizó la identificación en el herbario de la ESPOCH. Para el análisis de la regeneración natural se calculó parámetros estructurales como: densidad relativa (DR), frecuencia relativa (FR) e índices Simpson & Shannon. En los resultados obtenidos se contabilizó un total de 825 árboles de la especie de *P. radiata* con un área basal promedio de 20,61 m²/ha; en la sucesión natural se determinó el índice de valor de importancia (IVI) en especies herbáceas se tuvo a *Stipa ichu*, *Elaphoglossum* y *Pteridophyta* acumulando el 88,16%, en tipo arbustivo a *Baccharis latifolia* y *Clinopodium tomentosum* con 70,29%. En índices de diversidad se concluyó que para valores de Simpson en el estrato herbáceo se tiene una diversidad media y el estrato arbustivo una diversidad baja. La prueba de Shannon para el estrato herbáceo y arbustivo indicó una baja diversidad. Se determinó que el bosque plantado no presenta una significativa diversidad vegetativa, por lo que se recomienda realizar a futuras investigaciones un plan de manejo de conservación que permita ampliar información del sotobosque en plantaciones.

Palabras clave: <SUCESIÓN NATURAL>, <PINO (*Pinus radiata*)>, <PLANTACIÓN>, <CARACTERIZACIÓN>, <DIVERSIDAD FLORÍSTICA>, <RIOBAMBA (LICÁN)>, <COMPOSICIÓN FLORÍSTICA>.



D.B.R.A.
En Castillo



0970-UPT-DBRA-2023

ABSTRACT

In the present research work, the study of floristic composition and diversity was carried out according to the indices of importance and diversity values to characterize the natural succession under the planted forest of *Pinus radiata* on Cerro Cushtud in the parish of Licán del Riobamba canton. The methodology applied was systematic sampling. Four square plots of 20 m x 20 m were installed, data of quantitative variables of dasometric measurements were taken, and these data were processed to determine the statistical estimators. For the natural succession, 5 m x 5 m subplots were drawn for data on shrub species, and for herbaceous species, two 1m x 1m quadrats were installed. Vegetation samples were collected, and identification was made in the ESPOCH herbarium. Structural parameters such as: relative density (DR), relative frequency (FR) and Simpson & Shannon indices were calculated to analyze natural regeneration. In the results obtained, a total of 825 trees of the *P. radiata* species were counted with an average basal area of 20.61 m²/ha; In the natural succession, the importance value index (IVI) was determined in herbaceous species, *Stipa ichu*, *Elaphoglossum* and *Pteridophyta* accumulating 88.16%, in shrub type *Baccharis latifolia* and *Clinopodium tomentosum* with 70.29%. In diversity indices it was concluded that for Simpson's values in the herbaceous layer, there is a medium diversity and the shrub layer a low diversity. Shannon's test for the herbaceous and shrub stratum indicated low diversity. The planted forest was determined not to present a significant vegetative variety. So, it is recommended to carry out a conservation management plan for future research that allows expanding information on the understory in plantations.

Keywords: <NATURAL SUCCESSION>, <PINE (*Pinus radiata*)>, <PLANTATION>, <CHARACTERIZATION>, <FLORISTIC DIVERSITY>, <RIOBAMBA (LICAN)>, <FLORISTIC COMPOSITION>.

Riobamba, June 6th, 2023



Ph.D. Dennys Tenelanda López
ID number: 0603342189

INTRODUCCIÓN

El cerro Cushcud, de la parroquia Licán, es considerado por la comunidad como un lugar turístico por su transcendencia histórica, sin embargo, ha sido influenciado por las actividades antrópicas y turísticas en los últimos años (Lemache, 2020, p.xii), del cual destaca la infraestructura del mirador denominado “El Churo” que fue construido hace 30 años para obtener una vista de toda la ciudad de Riobamba, esto ha generado una gran pérdida de biodiversidad, afectando al bosque de esta zona.

La existencia de los bosques es fundamental, ya que son fuente y sustento de vida en la Tierra, esto es gracias a que aportan diferentes funciones y servicios ecosistémicos que ayudan a mantener el equilibrio del planeta, además de brindar bienes y servicios a la sociedad (Aguilar et al., 2020, p.1). Actualmente en Ecuador, los bosques han cambiado, donde hay extensiones de terrenos de plantaciones antes había bosques nativos, donde habitaban gran biodiversidad de especies arbóreas y faunísticas. Con el pasar de los años, ha ido amenorando la cobertura vegetal debido a las actividades humanas para el desarrollo económico del país.

El inventario se considera como el reconocimiento, ordenamiento, catalogación, cuantificación y mapeo de entidades naturales como genes, individuos, especies, poblaciones, comunidades, ecosistemas o paisajes (UNEP, 1995; citado en Álvarez et al., 2006, p.22). Los datos recolectados de estos inventarios pueden ser procesados, contextualizados y analizados para la caracterización de la biodiversidad. La caracterización estructural de un bosque es importante para el conocimiento de la dinámica y la definición de la estructura y composición de este, esto permite diseñar un plan de manejo dependiendo de los resultados que se obtenga.

En los tiempos actuales, no se ha realizado un estudio sobre la sucesión natural bajo el bosque plantado en el Cerro Cushcud, por tal motivo el presente estudio tiene como finalidad desarrollar una caracterización de esta zona para determinar la composición y la sucesión natural de especies, mediante el método inductivo y descriptivo se realizará la investigación de campo, la toma de muestras, identificación y sistematización de la información con la interpretación de resultados.

En el capítulo I, comprende la identificación del problema de investigación, así como los limitantes y delimitantes, objetivos e hipótesis que se plantearon para el desarrollo del trabajo. Con respecto al capítulo II, se desarrolla el contexto de investigación de estudios de casos similares al trabajo actual, usándolo como base para el desarrollo del marco teórico referencial,

a partir del cual se recopila información científica de diversos autores, con el objetivo de relacionar al lector con la terminología implementada en el presente trabajo.

Para el capítulo III, se describe la metodología aplicada al presente trabajo, estableciendo el propósito, alcance y diseño de estudio de la investigación. Por otro lado, se determina el área de estudio, selección y cálculo de la regeneración natural, además de los procedimientos a implementar, los métodos y herramientas que se utilizaron para recopilar la información necesaria. Por último, en el capítulo IV, se presentan los resultados obtenidos del inventario realizado en el bosque plantado del cerro Cushcud y su respectiva interpretación.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

El Cerro Cushcud en la parroquia Licán se ve afectado por un incremento de asentamientos humanos alrededor del cerro, también de actividades agrícolas y turísticas en los últimos años, así supieron manifestar algunos residentes cercanos a la zona, que en el mirador el Churo cada 7 de enero se hace una ceremonia ancestral, tradición del barrio, en el cual algunos participantes no concientizan el cuidado del cerro y aprovechan para realizar actividades ilícitas, lo cual ha causado una pérdida de la flora y diversos nichos ecológicos. Se determina que la caracterización del bosque plantado es una recolección sistémica de información generando un registro de la cantidad de árboles con su clasificación que están inmersos en un bosque y la sucesión natural es el estudio de la regeneración de la vegetación, con base a ello se puede evaluar el estado actual de la plantación de *Pinus radiata* y conocer a profundidad la diversidad de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas que habitan en ese ecosistema y posteriormente aprovechar de forma planificada y organizada los recursos o aplicar un manejo de conservación a futuras investigaciones.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Caracterizar la sucesión natural bajo el bosque plantado del cerro Cushcud mirador el Churo en la parroquia Licán del cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

1.2.2 Objetivos específicos

- Realizar el estudio de composición de la sucesión natural del bosque plantado del Cerro Cushcud.
- Determinar la diversidad florística de acuerdo con los índices de valores de importancia y los índices de biodiversidad.

1.3 Justificación

El cerro Cushcud se encuentra en un déficit de biodiversidad causado por la intervención antrópica, provocando la disminución de hábitats de especies, convirtiéndolas más vulnerables, por lo que se ha determinado que no existe una conservación de este y se ve afectado por los habitantes de la parroquia. Se analiza que los moradores de este sector no están conscientes del valor ecológico que brinda el cerro. Motivo por el cual se lleva a cabo esta investigación, para realizar la caracterización del bosque plantado y a través del inventario determinar si existe una significativa diversidad de especies arbóreas, dando la posibilidad a fines de intervenir en la preservación y cuidado de este lugar, mediante la recopilación de indicadores técnicos que sustentaran los planes de manejo, protección y conservación del cerro a futuro.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Nula

En la caracterización del bosque plantado del Cerro Cushcud de la parroquia Licán muestra que no existe una significativa diversidad de plantas arbustivas y herbáceas.

1.4.2 Alterna

En la caracterización del bosque plantado del Cerro Cushcud de la parroquia Licán muestra que existe una significativa diversidad de plantas arbustivas y herbáceas.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Referencias teóricas

2.1.1 *Pinus radiata* D. Don

2.1.1.1 *Taxonomía*

Citando a (Don, 1982, p.1), su clasificación es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Pinophyta

Subdivisión: Gymnospermae

Clase: Pinopsida

Orden: Pinales

Familia: Pinaceae

Género: Pinus

Nombre común: Pino

2.1.1.2 *Descripción botánica*

- El árbol mide de 15 a 50 m de altura, rara vez de 60 m, con un diámetro de 30 a 90 cm. Los fenotipos varían ampliamente, desde individuos sanos con tallos rectos, copas tupidas, redondeadas e irregulares, hasta poblaciones de madera partida, curva, nudosa y otros defectos (Aguilera, 2001; citado en Jiménez, 2022).
- Presenta una copa cónica, corteza papirácea, escamosa y de color rojizo en la parte superior del tallo y en las ramas (Vinueza, 2013, p.3).
- Contiene hojas en grupos de 3 a veces 4, raramente 5 en algunos márgenes lanceolados, en forma de aguja, lisos, ligeramente caídos, de color verde pálido, ligeramente dentados y flores en racimos, flores femeninas muy vistosas, de color amarillo cremoso o naranja (Vinueza, 2013, p.3).
- Según (Aguilera, 2001; citado en Jiménez, 2022), en E.U.A la apertura de los conos puede ocurrir de agosto a octubre y la dispersión de semillas de octubre a noviembre, son serosos y estables con mayor rendimiento de semillas en individuos de 15 a 20 años.

2.1.1.3 Usos

Es muy valorada en carpintería y mobiliario, construcción de madera, embalajes y pulpa mecánica debido a las propiedades mecánicas de la madera, *Pinus radiata* proporciona muy buena calidad para muebles y es pobre en la producción de pulpa de celulosa química (Gutiérrez, 2014, p.18).

2.1.1.4 Manejo

Según (Ferrere et al., 2015, p.1), el manejo debe estar orientado a la producción de materias primas de alta calidad y enfocarse en cultivar algunos árboles de buen tamaño, forma y con el menor número de defectos posible, no se cumplen los estándares para plantaciones de edad media a superior.

2.1.2 Bosques plantados

De acuerdo con la FAO y PNUMA en su libro denominado El Estado de los Bosques del Mundo, argumenta que:

Los bosques plantados son plantaciones forestales, es decir, bosques de gestión intensiva, compuestos principalmente por dos o tres especies arbóreas, nativas o exóticas, de la misma edad, plantadas con un espacio regular con fines productivas o son bosques que pueden parecerse a los bosques naturales maduros y comprenden bosques establecidos para la restauración de los ecosistemas y la protección del suelo y el agua (FAO y PNUMA, 2020, p.18).

2.1.3 Sucesión ecológica

La sucesión ecológica es conocida como el proceso por el cual ciertos lugares o ecosistemas alterados por actividades antrópicas o naturales, cambian sus condiciones naturales y aparecen nuevas formas de vida vegetal y animal (González et al., 2013; citados en Aguirre, 2019).

2.1.4 Inventario forestal

Citando a GRUPORENSS en su libro Capítulo IX “Inventario Forestal”, plantea que el inventario forestal:

Es una herramienta básica utilizada para la planificación del manejo sostenible de los recursos de los bosques. También para proceder a aprovecharlos de manera ordenada, técnica y legal. Nos permite a conocer las especies arbóreas del bosque a intervenir (GRUPORENSS, 2016, p.1384).

2.1.5 Estructura horizontal

Para entender la estructura horizontal de un bosque revisamos como otros autores lo definen:

Las condiciones de suelo y del clima, las características y estrategias de las especies y los efectos de disturbios sobre la dinámica del bosque determinan la estructura horizontal del bosque, que se refleja en la distribución de los árboles por clase diamétrica. Esta estructura es el resultado de la respuesta de las plantas al ambiente y a las limitaciones y amenazas que este presenta (Louman et al., 2001: p.57).

2.1.6 Estructura vertical

En primer lugar, se entenderá por dosel, al espacio ocupado por el follaje de todos los árboles que abarcan el eje vertical del bosque, espacio comprendido desde el suelo hasta la punta de las copas de los árboles más altos (Franklin y Van Pelt, 2004; citados en Gutiérrez, 2019).

2.1.7 Muestreo

El muestreo tiene por objetivo estudiar las relaciones existentes entre la distribución de una variable “y” en una población “z” y las distribuciones de esta variable en la muestra a estudio (Hernández et al., 2006: p.227).

2.1.7.1 Diseños básicos de muestreo

Los principales diseños utilizados en la ejecución de inventarios forestales son el muestreo al azar y el sistemático, ambos pueden o no estratificarse (Carrera, 1996, p.12).

2.1.7.2 Muestreo al azar

Como menciona Gulland (1966), una muestra de objetos de una población se llama al azar cuando todos los miembros de la población tienen igual oportunidad de aparecer en la muestra.

2.1.7.3 Muestreo sistemático

Tomando en cuenta la definición de Carrera (1996, p.12), establece que el muestreo sistemático es el método más aplicado en los inventarios para la elaboración de planes de manejo en bosques tropicales, consiste en tomar las muestras de las parcelas en secuencia sistemática, a distancias iguales entre unidades de muestreo.

2.1.8 Mediciones dasométricas

2.1.8.1 Medición del diámetro

Según (Juárez, 2014, pp.12-13), el diámetro está directamente relacionado con el volumen y otros parámetros fundamentales del árbol, se suele expresar en centímetros o milímetros, a lo largo del fuste de un árbol y considerando que las secciones fuesen circulares, se podría medir un diámetro en cada uno de sus puntos; la medición más común en arboles es el diámetro a la altura del pecho que se fija a 1,30 m sobre el nivel del suelo.

2.1.8.2 Medición de altura

Citando a Juárez (2014, pp.22-23), se define a la medición del árbol en pie a la distancia entre su cima y la zona de la base del árbol en contacto con el suelo, lo cual se entiende por cima a la parte más alta de la copa de este que sea la prolongación del eje del tronco; las alturas de referencia que se miden con mayor frecuencia en árboles son las siguientes:

- Altura total (h_t): corresponde a la distancia vertical entre el suelo y el ápice del árbol.
- Altura comercial (h_c): corresponde a la sección entre la altura de corte y el diámetro mínimo comercial, económicamente aprovechable.
- Altura de fuste (h_f): comprende a la distancia vertical entre el suelo y la base de la copa.
- Altura del tocón ($h_{0,3}$): es la distancia entre la superficie del suelo y el corte de aprovechamiento, realizada sobre el tronco de un árbol.

2.1.8.3 Área basal

El área basal se define como la superficie del corte horizontal hipotético en el tronco de un árbol, realizado a 1,30 m del suelo, es decir, si todos los árboles de un rodal fuesen cortados en esa misma altura se obtendrá teóricamente la suma de todas esas áreas transversales encontradas (Imaña et al., 2014; citados en Moncayo, 2021).

2.1.8.4 Volumen del árbol en pie

De acuerdo con Gutiérrez et al., (2013, p.11), el volumen es el espacio ocupado por la madera de un individuo arbóreo dentro de un ambiente, se determina el volumen total a la cantidad de madera estimada en metros cúbicos a partir del tocón hasta el ápice del árbol y el volumen comercial no incluye las ramas, partes afectadas y segmentos delgados del fuste.

Fórmula para determinar el volumen del árbol en pie según (Gutiérrez et al., 2013, p.11):

$$\text{Volumen del árbol} = \frac{\pi}{4} * DAP^2 * (ht \text{ ó } hc) * f$$

Donde:

DAP: diámetro a la altura del pecho

ht ó hc: altura total ó altura comercial

f: factor de forma

2.1.9 Parcela

Es una unidad que se caracteriza por su poca extensión menor a 1 ha. Es la parte mínima del monte con calidad de estación semejante, considerada como unidad productiva permanente, empleándose en bosques ordenados bajo manejo intensivo, así tenemos parcelas de dimensiones variables y parcelas de dimensiones fijas (Malleux, 2011; citado en Lara, 2018, p.21).

2.1.10 Transecto

Citando a Mostacedo y Fredericksen (2000, p.8), define que es un rectángulo situado en un lugar para medir ciertos parámetros de un determinado tipo de vegetación. El tamaño de los transectos puede ser variable y depende del grupo de plantas a medirse.

2.1.11 Índices de diversidad

De acuerdo con Moreno (2001, p.61), los índices de diversidad son herramientas matemáticas que permiten describir y comparar la diversidad de especies, y cada método nos permite conocer algún aspecto en particular.

2.1.11.1 Abundancia relativa

La abundancia relativa se refiere al porcentaje con el que cada especie contribuye al conjunto de la comunidad (Smith y Smith, 2007, pp.350-351).

2.1.11.2 Índice de Valor de Importancia (IVI)

Desde el punto de vista de (Montoya, 2020, p.3), menciona que, “el IVI mide cuales de las especies a estudiar contribuyen en el carácter y estructura de un bosque. Se obtiene de la suma de abundancia relativa, la frecuencia y la dominancia relativa”.

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia de la sp}}{\text{Frecuencia de todas las spp}} * 100$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Núm. de individuos de la especie}}{\text{Núm. total de individuos}} * 100$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia de la sp}}{\text{Dominancia de todas las spp}} * 100$$

2.1.11.3 Índice de diversidad de Shannon

Basado en la teoría de la información y por tanto en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema, mide el grado de incertidumbre. Si la diversidad es baja, entonces la seguridad de tomar una determinada especie es alta. Si la diversidad es elevada, entonces es difícil predecir a que especie pertenecerá un individuo tomado al azar. Una alta diversidad significa a una alta impredecibilidad (Smith & Smith, 2001; citados en Gutiérrez, 2019).

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i \times \log_2 p_i)$$

Dónde:

S= número de especies (riqueza de especies)

P_i= proporción de individuos de las especies *i* respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie *i*), n_i/N

n_i= número de individuos de las especies *i*

N= número de todos los individuos de todas las especies

Tabla 2-1. Interpretación del índice de Shannon.

Rangos	Significancia
0 a 1.35	Diversidad baja
1.36 a 3.5	Diversidad media
Mayor a 3.5	Diversidad alta

Fuente: Aguirre, 2019.

Realizado por: Cuenca, 2022.

2.2.11.4 Índice de diversidad de Simpson

Desde el punto de vista (Smith y Smith, 2007, p.351), menciona que el índice de Simpson mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una muestra pertenezcan a la misma especie, el valor de D oscila entre 0 y 1, en ausencia de diversidad, donde hay solo una especie, el valor de D es 1, siendo así cuanto mayor sea el valor de D, menor es la diversidad y se resta 1 a D para obtener el índice de diversidad de Simpson.

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i (n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Dónde:

S=es el número de especies

N=es el total de organismos presentes (o unidades cuadradas)

n=es el número de ejemplares por especie

Tabla 2-2: Interpretación del índice de Simpson.

Rangos	Significancia
0 a 0.33	Diversidad baja
0.34 a 0.66	Diversidad media
0.67 a 1	Diversidad alta

Fuente: Aguirre, 2019.

Realizado por: Cuenca, 2022.

2.1.12 Diversidad alfa

Según Halffter (2005, p.8), la diversidad alfa corresponde a un concepto claro y de fácil uso, es decir el número de especies presentes en un lugar. Ferriol y Merle (2012, pp.3-4) describen como la biodiversidad intrínseca de cada comunidad vegetal concreta del paisaje en cuestión, es decir, la alfa diversidad media medida como número de especies vegetales distintas.

2.1.13 Diversidad beta

El pensamiento de Whittaker citado en (Calderón et al., 2012), define a la diversidad beta como el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades de un paisaje. El criterio de Ferriol y Merle (2012, p.6) determinan que también se puede emplear en una escala temporal, para analizar la tasa de cambio de las comunidades vegetales a lo largo de una sucesión ecológica.

2.1.14 Conservación del Bosque

Otros pensadores (Vásquez et al., 2010; citados en Tayupanta, 2019), argumentan que la conservación de los árboles que componen los bosques descansa sobre tres tipos fundamentales;

- Protección del árbol en crecimiento contra los insectos, las enfermedades y el fuego considerado un destructor de los bosques, es también, una herramienta útil para su mantenimiento, si se emplea con precaución, algunos árboles madereros necesitan de hecho fuego para regenerarse con éxito.
- Métodos de explotación, va desde la tala de todos los árboles denominada tala integral hasta la tala de árboles maduros previamente seleccionados se le conoce como tala selectiva, y con la reforestación, bien por medios naturales o por plantaciones de árboles nuevos. La identidad y frecuencia de las talas debe tener como objetivo la producción sostenida durante un periodo de tiempo indefinido.
- Uso integral de árboles abatidos. Los avances tecnológicos, como el aglomerado y el laminado, han dado uso de ramas, los troncos defectuosos, los árboles pequeños que no pueden aserrarse en tablones y los llamados arboles inferiores (Domínguez, 2001; citado en Tayupanta, 2019).

2.1.15 Manejo forestal

Para poder entender el concepto de Manejo forestal tomamos el pensamiento de Cortés y Fernández lo definen:

El buen manejo forestal implica una visión de cambio y adaptación continua, y tiene como finalidad mantener o aumentar el valor económico, social y ambiental de todos los tipos de bosque, en beneficio de las generaciones presentes y futuras. A través del buen manejo forestal, implementado a través de un marco legal, institucional y de políticas públicas claro y operativo, procuramos mantener las siguientes características de los bosques: extensión, diversidad biológica, salud, funciones productivas, funciones de protección, funciones socioeconómicas (Cortés y Fernández, 2014, p.13).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque de investigación

El enfoque de la investigación será de carácter cuantitativa, como menciona (Neill y Cortez, 2018, p.69), la investigación cuantitativa es:

Una forma estructurada de recopilar y analizar datos obtenidos de distintas fuentes, lo que implica el uso de herramientas informáticas, estadísticas, y matemáticas para obtener resultados. Es concluyente en su propósito ya que trata de cuantificar el problema y entender qué tan generalizado está mediante la búsqueda de resultados proyectables a una población mayor (Neill y Cortez, 2018, p.69).

El enfoque de la investigación es de carácter cuantitativa debido a la recopilación de datos del inventario en la plantación y la aplicación de los cálculos de los parámetros estructurales de especies del sotobosque como: la densidad absoluta (D), densidad relativa (DR), frecuencia (FR), índices de diversidad alfa (α) y beta (β), el índice de valor de importancia (IVI), índices de Shannon y Simpson.

3.2 nivel de investigación

La presente investigación es de carácter descriptivo como lo menciona (Guevara et al., 2020, p.164) en su artículo titulado Metodologías de investigación educativa:

La investigación descriptiva tiene como objetivo describir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos, utilizando criterios sistemáticos que permiten establecer la estructura o el comportamiento de los fenómenos en estudio, proporcionando información sistemática y comparable con la de otras fuentes (Guevara et al., 2020, p.164).

Es así como en el presente trabajo se describe la información obtenida en el inventario de P. radiata y el registro de la sucesión natural bajo el dosel de P. radiata, para posterior realizar la interpretación, criterios basados en autores como Aguirre.

3.3 Diseño de investigación

Se definió el diseño de muestreo sistemático, lo cual después del análisis de la zona de estudio se procedió a determinar y enumerar las UMP de 20 m x 20 m en cuatro parcelas cuadradas y en las esquinas para la toma de datos de especies arbóreas estableció 4 parcelas de 10 m x 10 m (100 m²) en la plantación de Pino, a una distancia de 20 m entre parcela. Para el registro de arbustos se realizó subparcelas de 25 m² y subparcelas de 1 m² para anotación de herbáceas.

3.4 Tipo de estudio

El tipo de estudio empleado en la presente investigación es de forma documental y de campo, desde el punto de vista de Baena detalla que “la investigación de campo tiene como finalidad recoger y registrar ordenadamente los datos relativos como objeto de estudio” (Baena, 2017, p.70). En el cual se llevó ordenadamente el registro del inventario de *P. radiata* que conforman las mediciones dasométricas, registro de especies arbustivas y herbáceas y los índices de importancia para determinar la sucesión natural bajo el bosque plantado.

3.5 Métodos e instrumentos de investigación

3.5.1 Métodos

Para la caracterización de la sucesión natural del bosque plantado del Cerro Cushcud se propone la siguiente metodología para el cumplimiento de los objetivos planteados en la presente investigación:

3.5.1.1 Realizar el estudio de composición de la sucesión natural del bosque plantado del cerro Cushcud

- Reconocimiento del área de estudio

Para el reconocimiento del área de estudio se realizó un recorrido por la plantación de *P. radiata* del mirador el Churo, posterior a ello se levantó el área aproximada del bosque plantado (11.952 m²) mediante la ayuda de un GPS y libreta de campo, con esto se registró la altitud entre 2.950 a 3.015 msnm, información que fue procesada en el programa Arcgis pro para la elaboración del mapa de ubicación.

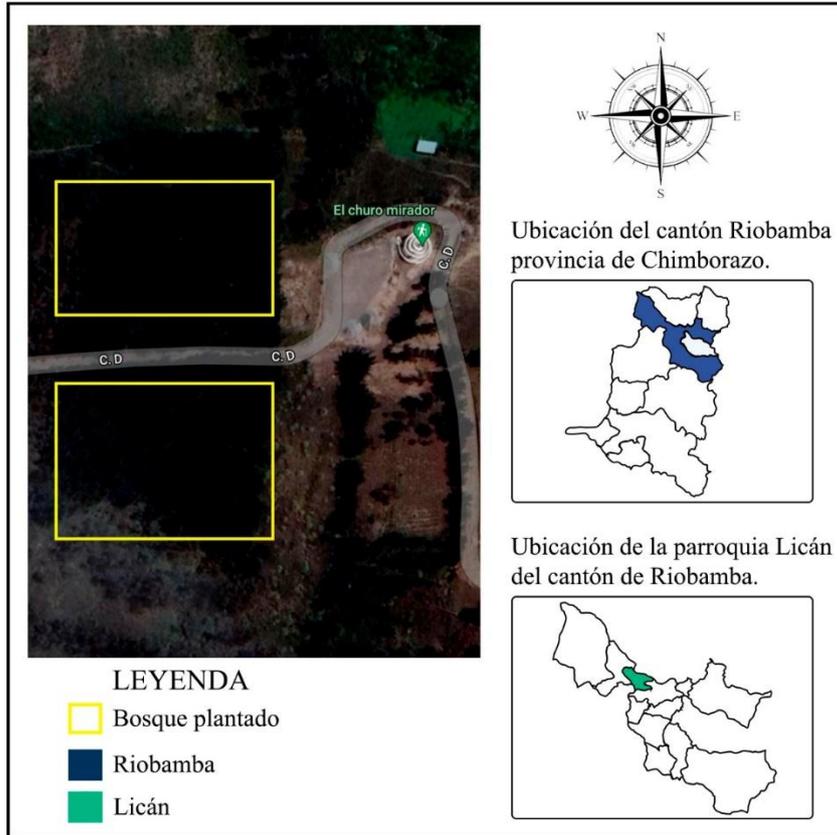


Figura 3-1: Ubicación geográfica del área de estudio en el cerro Cushcud

Realizado por: Cuenca, 2022

- Unidad de muestreo

Se realizó el diseño de cuatro parcelas cuadradas de 20 m x 20 m (400 m²) para la medición dasométrica de la plantación, a una distancia de 20 m entre parcela. Para el registro de arbustos se realizó cuatro subparcelas de 25 m² y dos subparcelas anidadas de 1 m² para anotación de herbáceas.

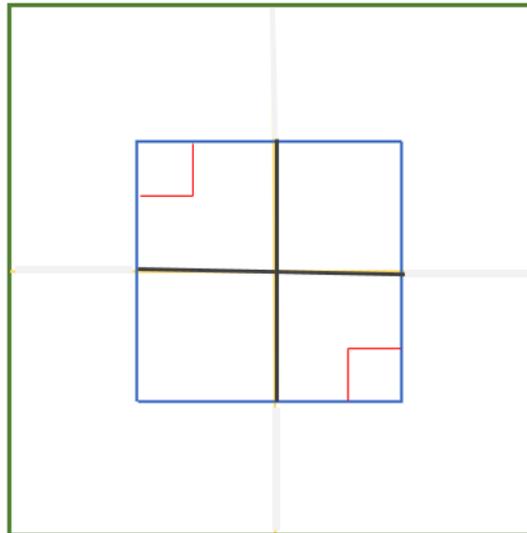


Figura 3-2. Diseño de la unidad de muestreo

Realizado por: Cuenca, 2022.

Tabla 3-3: Descripción de las unidades de muestreo

	Color	Nombre	Dimensiones	Descripción
A		Unidad de muestreo	20 m x 20 m	Plantación
B		Sub parcela	5 m x 5 m	Arbustos
C		Sub parcela	1 m x 1 m	Herbáceas

Realizado por: Cuenca, 2022.

- Tabulación de datos de las variables cuantitativas

El registro de las variables cuantitativas se procesó en Excel para calcular el N° árboles, DAP, altura total, altura comercial, área basal, volumen total, volumen comercial, luego se determinó los estimadores estadísticos como la media, desviación estándar, coeficiente de variación, límite superior e inferior y el error de muestreo relativo.

- Regeneración natural bajo la plantación de pino

En las parcelas de 100m² se hizo el inventario de todos los individuos de cada unidad de muestreo por categorías y especie.

Con la información se determinó: densidad, abundancia, frecuencia, índice de importancia de la regeneración, separados por categorías de regeneración de cada especie e índices de Shannon y Simpson (Aguirre, 2019).

- Análisis de datos

Se calculó parámetros estructurales de especies del sotobosque como: densidad relativa (DR), frecuencia (FR) y posteriormente calcular el índice de valor de importancia (IVI), de Shannon y Simpson.

Formulas

$$Densidad\ relativa = \frac{Densidad\ por\ especie}{Densidad\ de\ todas\ las\ especies} * 100$$

$$Frecuencia\ relativa = \frac{frecuencia\ por\ especie}{frecuencia\ de\ todas\ las\ especies} * 100$$

3.5.2 Instrumentos

- **Formato de campo**

➤ Registro de variables dasométricas

N° árbol	Cuadrante	UM / Subparcela	Nombre común	Nombre científico	Dap m	Dap cm	Hc m	Ht m	Área basal m ²	Vol comercial m ³	Vol total m ³	Observaciones

Realizado por: Cuenca, 2022.

➤ Sucesión vegetal

N° Parcela	Cuadrante	Tipo	Familia	Género	# de tallos	Cobertura en m ²	Cobertura %	Ht cm	N. común	Nombre científico

Realizado por: Cuenca, 2022.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Estudio de composición de la sucesión natural del bosque plantado

4.1.1 Estimadores estadísticos de la plantación del *Pinus radiata*

En la Tabla 4-4 se visualiza los estimadores estadísticos de la plantación de *P. radiata*, lo cual se determinó un promedio de 33 árboles por cada parcela, concluyendo un total de 838 árboles por hectárea, teniendo un resultado promedio de área basal de 20,61 m²/ha, volumen comercial de 94,30 m³/ha y volumen total de 164,20 m³/ha.

Tabla 4-4: Estimadores estadísticos de las variables cuantitativas de la plantación de *Pinus radiata*

Variables	N°						
	Árboles/Parcela	DAP (m)	Hc (m)	Ht (m)	AB (m ² /ha)	Vc (m ³ /ha)	Vt (m ³ /ha)
\bar{X}	33	0,17	8,51	15,62	20,61	94,30	164,20
Lim conf (sup)	34	0,18	9,17	16,46	22,68	108,43	185,20
Lim conf (inf)	32	0,16	7,85	14,79	18,54	80,17	143,08

Realizado por: Cuenca, 2022.

4.1.2 Composición florística

En la Tabla 4-5 se observa el porcentaje de cobertura de especies arbustivas que se regeneran bajo la plantación de *P. radiata*, se determinó que las especies que más predominan en cobertura son *Clinopodium tomentosum*, *Baccharis latifolia* y *Dodonaea viscosa*.

Tabla 4-5: Cobertura de especies arbustivas en la plantación de *Pinus radiata*

Suma de Cobertura %	Parcelas			Total
	1	3	4	
Especies				
<i>Baccharis latifolia</i>	28,8	7,4	51,2	87,4
<i>Clinopodium tomentosum</i>			108,3	108,3
<i>Cortaderia nitida</i>			34,4	34,4
<i>Dodonaea viscosa</i>		50,55		50,55
Total	28,8	57,95	193,9	280,65

Realizado por: Cuenca, 2022.

La Tabla 4-6 resume la cobertura de especies herbáceas en la plantación de *Pinus radiata*, se estableció que las especies que predominan con más cobertura son *Stipa ichu* y *Pteridophyta*.

Tabla 4-6: Cobertura de especies herbáceas en la plantación de *Pinus radiata*

Suma de Cobertura %	Parcelas				Total
	1	2	3	4	
Especies					
<i>Elaphoglossum</i>	3	12	1	3,25	19,25
<i>Muhlenbergia rigens</i>	1				1
<i>Pteridophyta</i>	86,75			3	89,75
<i>Stipa ichu</i>	39	5	25	23,39	92,39
<i>Tagetes multiflora</i>			18,75		18,75
Total	129,75	17	44,75	29,64	221,14

Realizado por: Cuenca, 2022.

Como se visualiza en la Tabla 4-7, se contabilizó un total de 46 individuos de especies arbustivas.

Tabla 4-7: Número de individuos por especies arbustivas en cada parcela

Cuenta de Tipo de vegetación	Parcelas			Total
	1	3	4	
Especies				
<i>Baccharis latifolia</i>	4	4	4	12
<i>Clinopodium tomentosum</i>			22	22
<i>Cortaderia nítida</i>			3	3
<i>Dodonaea viscosa</i>		9		9
Total	4	13	29	46

Realizado por: Cuenca, 2022.

En la Tabla 4-8 se determinó un total de 57 individuos de especies herbáceas, las que tienen mayor realce son *Stipa ichu*, *Pteridophyta* y *Elaphoglossum*.

Tabla 4-8: Número de individuos por especies herbáceas en cada parcela

Cuenta de Tipo de vegetación	Parcelas				Total
	1	2	3	4	
Especies					
<i>Elaphoglossum</i>	3	9	1	2	15
<i>Muhlenbergia rigens</i>	1				1
<i>Pteridophyta</i>	14			3	17
<i>Stipa ichu</i>	4	2	10	5	21
<i>Tagetes multiflora</i>			3		3
Total	22	11	14	10	57

Realizado por: Cuenca, 2022.

4.2 Diversidad florística

De acuerdo con el Índice de valor de Importancia (IVI), las especies que más predominan del estrato herbáceo son *Stipa ichu*, *Elaphoglossum* y *Pteridophyta* acumulando el 88,16 % del total del IVI; en tipo arbustivo predominan: *Baccharis latifolia* y *Clinopodium tomentosum* con un porcentaje del 70,29 % de IVI.

Tabla 4-9: Índice de importancia de especies de flora del estrato herbáceo en *Pinus radiata*

Especie	Indiv.	Densidad	DR	FR	IVI %
<i>Elaphoglossum</i>	15	1,8750	26,32	33,33	29,82
<i>Muhlenbergia rigens</i>	1	0,1250	1,75	8,33	5,04
<i>Pteridophyta</i>	17	2,1250	29,82	16,67	23,25
<i>Stipa ichu</i>	21	2,6250	36,84	33,33	35,09
<i>Tagetes multiflora</i>	3	0,3750	5,26	8,33	6,80
Total	57	7,1250	100,00	100,00	100,00

Realizado por: Cuenca, 2022.

Tabla 4-10: Índice de importancia de especies de flora del estrato arbustivo en *Pinus radiata*

Especie	Indiv.	D	DR	FR	IVI %
<i>Baccharis latifolia</i>	12	1,5000	26,09	50,00	38,04
<i>Clinopodium tomentosum</i>	22	2,7500	47,83	16,67	32,25
<i>Cortaderia nitida</i>	3	0,3750	6,52	16,67	11,59
<i>Dodonaea viscosa</i>	9	1,1250	19,57	16,67	18,2
Total	46	5,7500	100,00	100,00	100,00

Realizado por: Cuenca, 2022,

4.2.1 Diversidad alfa (α)

En la Tabla 4-11 se observa los índices de diversidad de Simpson del estrato herbáceo, en el cual se determinó que las parcelas A (0,5413), C (0,4388) y D (0,62) corresponden a una diversidad media, parcela B (0,2975) diversidad baja, según la escala de significancia entre 0 – 1 de Aguirre (2019, p,30).

Para interpretar los valores de Shannon del estrato herbáceo, se determinó que presenta una diversidad baja según la escala de significancia de Aguirre (2019, p,29), la cual indica que valores inferiores a 1,5 representan una diversidad baja.

Tabla 4-11: Índices de diversidad del estrato herbáceo en *Pinus radiata*

	A	B	C	D
Simpson_1-D	0,5413	0,2975	0,4388	0,62
Shannon_H	1,01	0,4741	0,7589	1,03

Realizado por: Cuenca, 2022.

En la Tabla 4-12 se observa los índices de diversidad de Simpson del estrato arbustivo, en el cual se determinó que las parcelas A (0), C (0,426) y D (0,3948) corresponden a una diversidad baja, parcela B no se presenta ninguna diversidad arbustiva, según la escala de significancia entre 0 – 1 de Aguirre (2019, p,30).

Para la interpretación de valores de Shannon del estrato arbustivo, se determinó que presenta una diversidad baja según la escala de significancia de Aguirre (2019, p,29).

Tabla 4-12: Índices de diversidad del estrato arbustivo en *Pinus radiata*.

	A	C	D
Simpson_1-D	0	0,426	0,3948
Shannon_H	0	0,6172	0,7175

Realizado por: Cuenca, 2022.

4.3 Discusión

En el inventario de *P. radiata* el estimador estadístico determinó un promedio de área basal de 20,61 m²/ha, con base a la clasificación de la espesura de masa arbórea propuesta por González (2011) se determina una espesura defectiva por su valor intermedio entre >13,17 y ≤ 22,7; lo cual indica que reduce el crecimiento neto en volumen de productos de interés comercial.

La diversidad encontrada bajo la plantación de *Pinus radiata*, se considera como diversidad media en el estrato herbáceo y baja en arbustivo, un aspecto a analizar referente a la diversidad y riqueza específica encontrada podría relacionarse con las diferentes coberturas y tipos de vegetación sucesional presentes en el cerro, así como con la alteración heterogénea que ha sufrido el área de estudio. También la plantación de *P. radiata* está más cercana y expuesta a los senderos y a la presencia de una capa densa de acículas en el sotobosque, que muchas veces no permite el crecimiento de otras especies.

Estudios bajo plantaciones forestales es importante mencionar la edad de las mismas como factor clave para la diversidad presentada, como lo manifiestan otros autores en sus investigaciones que la riqueza de especies nativas dentro de las plantaciones de pino y eucalipto aumentan con la edad de la plantación, es decir al iniciar con una plantación forestal las plántulas empiezan a competir con otras pioneras, sin embargo a medida que estas van creciendo las pioneras van perdiendo campo y desaparecen, pero a medida que la plantación va creciendo la densidad de la misma va disminuyendo, dando paso a que otras especies en estado sucesional vayan tomando su lugar.

Una investigación hecha en Colombia por (Fernández *et al.*, 2012), encontraron en plantaciones de *Pinus radiata* y *Eucalyptus sp.* de 1 hasta 15 años, índices de diversidad alfa no mayores a 0,42, confirmando así la influencia de la edad en la diversidad florística bajo plantaciones forestales. Otro aspecto que no se estudió en la investigación, pero se requiere ser analizado es el efecto de las acículas y la alelopatía de las especies del pino, según Ballester *et al.* (1982), la composición y diversidad florística bajo plantaciones de *Pinus radiata* se ve afectado por la caída de las acículas de los árboles en crecimiento ya que éstas al descomponerse forman compuestos químicos denominados picnogenoles que inhibe el crecimiento del sistema radicular de especies vegetales.

CONCLUSIONES

Se concluye que en la caracterización realizada en el bosque plantado del cerro Cushcud de la parroquia Licán, en la superficie de 11952 m² de plantación de *Pinus radiata* se registró un total de 825 árboles por hectárea pertenecientes a la especie mencionada, de las cuales se determinó un promedio de 33 árboles por parcela, con un área basal promedio de 20,61 m²/ha y valores promedio de volumen comercial de 94,30 m³/ha y un volumen total 164,20 m³/ha.

En la sucesión natural se determina, que, en especies herbáceas de importancia ecológica, las que predominan son: *Stipa ichu*, *Elaphoglossum* y *Pteridophyta* acumulando el 88,16% del total de IVI, en tipo arbustivo se encontraron a *Baccharis latifolia* y *Clinopodium tomentosum* con 70,29% de IVI.

En índices de diversidad, según la prueba de Simpson, para el estrato herbáceo se categoriza como diversidad media y para el estrato arbustivo presenta una diversidad media-baja. De acuerdo con el índice de Shannon para el estrato herbáceo y arbustivo presenta una baja diversidad.

Una vez concluida la investigación en el presente estudio, queda claro que no existe una significativa diversidad de plantas arbustivas y herbáceas bajo la plantación de *P. radiata* en el cerro Cushcud debido a la densidad de árboles por ha que presenta la plantación evaluada y escasa aplicación de actividades de raleo, son causas que promueven en la acumulación acículas, las cuales influyen en la dinámica de regeneración de especies arbustivas y herbáceas.

RECOMENDACIONES

Se recomienda recolectar muestras de especies vegetales en las etapas fenológicas donde presentan floración o fructificación para la correcta identificación taxonómica dentro del herbario,

Realizar estudios complementarios de variables edafoclimáticas como análisis de suelo, precipitación, temperatura y humedad relativa para determinar el impacto de estas en el crecimiento y desarrollo de las especies presentes en la sucesión natural.

Realizar una capacitación con los moradores del sector para incentivar el cuidado y protección del recurso natural del cerro Cushcud.

BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR, Z; et al. “*Los bosques del Ecuador*” [en línea]. Ecuador: 2020. [Consulta: 23 abril 2022]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/344299580_LOS_BOSQUES_DEL_ECUADOR

AGUIRRE, Z. *Métodos para medir la Biodiversidad* [en línea]. Loja-Ecuador: Universidad Nacional de Loja, 2019. [Consulta: 19 julio 2022]. Disponible en:

https://www.academia.edu/43784264/M%C3%89TODOS_PARA_MEDIR_LA_BIODIVERSIDAD

AGUIRRE, Z; et al. “Sucesión natural bajo plantaciones de *Pinus radiata* D. Don (Pinaceae) y *Eucalyptus globulus* Labill. (Myrtaceae), en el sur del Ecuador”. *Arnaldoa* [en línea], 2019, (Ecuador) 26 (3), pp. 943-964. [Consulta: 10 abril 2022]. ISSN 1815-8242. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2413-32992019000300006&script=sci_arttext

ÁLVAREZ, M; et al. *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad* [en línea]. 2ª ed. Bogotá-Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2006. [Consulta: 23 abril 2022]. Disponible en: <https://sib.gob.ar/archivos/IAVH-00288.pdf>

BAENA, G. *Metodología de la investigación* [en línea]. 3ª ed. México, D.F-México: Grupo Editorial Patria, 2017. [Consulta: 06 junio 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/40513>

BALLESTER, A; et al. *Estudio de potenciales alelopáticos originados por Eucalyptus globulus Labill., Pinus pinaster Ait. y Pinus radiata D.* [en línea]. Santiago de Compostela-España: 1982 [Consulta: 26 julio 2022]. Disponible en: <http://polired.upm.es/index.php/pastos/article/view/818>

CALDERÓN, J; et al. “La diversidad beta: medio siglo de avances”. *Revista mexicana de biodiversidad* [en línea], 2012, (México) 83 (3), pp. 879-891. [Consulta: 23 abril 2022]. ISSN 2007-8706. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532012000300034

CARRERA, F. *Guía para la planificación de inventarios forestales en la zona de usos múltiples de la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala* [en línea]. Turrialba-Costa

Rica: CATIE, 1996. [Consulta: 23 abril 2022]. Disponible en: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/2272>

CORTÉS, C; & FERNÁNDEZ, E. *Guía para el buen manejo forestal en la Sierra Madre Occidental* [en línea]. México: Laboratorio Editorial S.A. de C.V, 2014. [Consulta: 24 abril 2022]. Disponible en: <http://www.monitoreoforestal.gob.mx/repositoriodigital/files/original/79fda9095e9a816ffce95de5174e21fd.pdf>

DON, D. *Transactions of the Linnean Society of London* [blog]. 1982. [Consulta: 28 abril 2022]. Disponible en: <https://www.tropicos.org/name/24900210>

FAO & PNUMA. *El estado de los bosques del mundo, los bosques la biodiversidad y las personas* [en línea]. Roma: FAO, 2020. [Consulta: 28 abril 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/ca8642es/CA8642ES.pdf>

FERNÁNDEZ, F; et al. “Biodiversidad Vegetal asociada a plantaciones de Pinus caribaea Morelet y Eucalyptus pellita F. Muell establecidas en Villanueva, Casanare, Colombia” *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* [en línea], 2012, (Colombia) 65(2), pp. 6755-6770. [Consulta: 26 julio 2022]. ISSN: 0304-2847. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179925831018>

FERRERE, P; et al. “Crecimiento del Pinus radiata sometido a diferentes tratamientos de raleo y poda en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina”. *Bosque Valdivia* [en línea], 2015, (Argentina) 36(3), pp. 423-434. [Consulta: 05 mayo 2022]. ISSN 0717-9200. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92002015000300009

GONZÁLES, M. *Silvicultura, conceptos y aplicaciones* [en línea]. México: Universidad Autónoma de Nuevo León, 2011. [Consulta: 12 junio 2022]. Disponible en: <https://mgtagle.files.wordpress.com/2013/09/006-silvicultura.pdf>

GRUPORENSS, *Inventario forestal* [En línea]. Quito-Ecuador: RENSSNATURE & CONSULTING CÍA. LTDA, 2016. [Consulta: 05 mayo 2022]. Disponible en: <https://geografiacriticaecuador.org/minkayasuni/wp-content/uploads/2020/02/9.-CAP%C3%8DTULO-IX.-INVENTARIO-FORESTAL.pdf>

GULLAND, J. *Manual de Métodos de muestreo y estadísticos para la Biología Pesquera, parte 1, Métodos de muestreo* [en línea]. Roma, 1996. [Consulta: 08 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/x5684s/x5684s00.htm>

GUTIÉRREZ, E. Inventario forestal en el bosque de vegetación protectora “Cordillera de los Llanganates” perteneciente a los cantones Patate y Pillaro (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Recursos Naturales, Forestal. (Riobamba-Ecuador). 2019. p. 17. [Consulta: 28 mayo 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/12412/1/33T0232.pdf>

GUTIÉRREZ, E; et al. *Guía de cubicación de Madera* [en línea]. Colombia: Rubén Moreno y Julián Rengifo, 2013. [Consulta: 05 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/2020-04/07.%20GUIA%20DE%20CUBICACION%20DE%20MADERA.pdf>

GUTIÉRREZ, N. Evaluación del efecto del tipo sustrato y dosis de ácido naftaleno acético (ana) en el enraizamiento de estacas *Pinus radiata* D. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [En línea] Universidad Nacional de Cajamarca. (Jaén-Perú). 2014. pp. 5-10. [Consulta: 28 abril 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/398>

HERNÁNDEZ, S; et al. *Metodología de la investigación* [en línea]. 4. México: McGraw-Hill, 2006. [Consulta: 08 mayo 2022]. Disponible en: https://www.academia.edu/19094794/LIBRO_metodologia_de_la_investigacion_4ta_edicion_sampieri_2006_ocr

JIMÉNEZ, A. Evaluación de cuatro sustratos en la propagación sexual de *Pinus radiata* D. Don y *Pinus patula* Schiede & Deppe en condiciones de vivero (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [En línea] Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Recursos Naturales, Forestal. (Riobamba-Ecuador). 2022. pp. 5-6. [Consulta: 28 abril 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/16113/1/33T00351.pdf>

LOUMAN, B; et al. *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central*, Turrialba-Costa Rica: CATIE, 2001, p, 57, Disponible en: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/3971>

LEMACHE, M, Propuesta para la inclusión del cerro Tzuktzuk de Licán (Churo) dentro del grupo de sitios patrimoniales protegidos en Chimborazo, (Trabajo de titulación) (Ingeniería),

Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba-Ecuador, 2020, p, xii, [Consulta: 20 abril 2022]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/7726/3/UNACH-EC-FCEHT-TG-C,SOCI-2021-000015.pdf>

MONCAYO, X. Caracterización dasométrica de dos plantaciones de *Pinus radiata* D. Don, con fines de manejo en la parroquia San Andrés, cantón Guano (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [En línea] Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Recursos Naturales, Forestal. (Riobamba- Ecuador), 2021. p. 10 [Consulta: 10 mayo 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/15888>

MORENO, C. *Métodos para medir la biodiversidad*, España: M&T – Manuales y Tesis SEA, 2001, p, 61, Disponible en: <http://entomologia.rediris.es/sea/manyt/metodos.pdf>

SMITH, R; & SMITH, T. *Ecología*, 6ª ed, Madrid-España: Pearson Educación, S,A, 2007, pp, 350-351, Disponible en: <http://www.untumbes.edu.pe/vcs/biblioteca/document/varioslibros/0707,%20Ecolog%C3%ADa.pdf>

TAYUPANTA, N. Inventario forestal del bosque nativo del recinto el derrumbo, parroquiachillanes, provincia de bolívar. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [En línea] Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Recursos Naturales, Forestal. (Riobamba- Ecuador), 2021. pp. 10-11 [Consulta: 11 mayo 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10751/1/33T0216.pdf>

VINUEZA, M. *Ficha técnica No. 13 Pino* [blog]. Ecuador, 2013. [Consulta: 28 abril 2022]. Disponible en: <https://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-13-pino-pinus-radiata/>



A handwritten signature in blue ink is written over a faint, circular stamp. The stamp contains the text "D.B.R.A." and "Castilla".



ANEXOS

ANEXO A: COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO



ANEXO B: INVENTARIO Y LEVANTAMIENTO DE CUADRANTES EN LAS PARCELAS



ANEXO C: IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES EN EL HERBARIO DE LA ESPOCH





esPOCH

**Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 08 / 06 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Adela Isabel Cuenca Cuenca
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Ingeniería Forestal
Título a optar: Ingeniera Forestal
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz


D.B.R.A.
Cristhian Fernando Castillo



0970-DBRA-UTP-2023