



DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i5.3262

Estructura y diversidad arbórea del área de intervención de la concesión minera en la provincia Imbabura

MSc. Xavier Germán Valencia Valenzuela

xgvalenciav@utn.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-3209-9581>

Colegio de Ingenieros Forestales de Imbabura

MSc. German Washington Congo Espinosa

gcongoe@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-6437-8406>

Colegio de Ingenieros Forestales de Imbabura

MSc. Jimmy Raúl Jaramillo Vallejos

jimmyjaramillo@hotmail.es

<https://orcid.org/0000-0003-2122-2481>

Colegio de Ingenieros Forestales de Imbabura

Ing. For. Francisco Javier Ipiales Acosta

acostaipiales@yahoo.es

<https://orcid.org/0000-0003-0710-8818>

Colegio de Ingenieros Forestales de Imbabura

Ing. For. Jimmy Alexander Jaramillo Paredes

jimmy_alex_paredes@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2771-5220>

Colegio de Ingenieros Forestales de Imbabura

Ecuador – Ibarra

RESUMEN

La Concesión Minera obtuvo su título como tal el 01 de abril del año 2010, y comprende un área total de 176,00 ha., con un área de intervención de 39,57 ha., y se encuentra ubicada en la parroquia San José de Quichinche, cantón Otavalo, provincia Imbabura; la cobertura forestal dentro de esta área comprende árboles plantados y plantaciones forestales con tres especies introducidas y una nativa. El objetivo de este estudio fue evaluar la estructura y diversidad arbórea del área de intervención de la Concesión Minera en Imbabura. La metodología utilizada fue mediante aplicación de un inventario forestal con muestreo sistemático estratificado con una intensidad del 5%; así, se instaló 20 parcelas de 1.000 m² cada una y se recopiló información de DAP, altura total y altura comercial de los individuos. El área de intervención presentó un volumen total 2.498,83 m³ de madera en pie, que corresponde a 222,12 m³ por hectárea, también se registró 279 individuos por hectárea de las especies: eucalipto (*Eucalyptus globulus*), aliso (*Alnus acuminata*), pino (*Pinus radiata*) y acacia (*Acacia melanoxylon*); además mostró un área basal de 15,28 m²/ha., la especie forestal con mayor dominancia fue eucalipto con 14,76 m²/ha., por ende es la especie forestal ecológicamente más importante del área, ya que presentó un IVI de 247,11. En conclusión, el área de intervención de la Concesión Minera presenta una estructura forestal con especies plantadas, por lo que no posee un valor económico por concepto de aportes totales por servicios y bienes ambientales de la biodiversidad, ya que la valoración económica aplica solo para bosque nativo.

Palabras clave: inventario; concesión; volumen; abundancia; especies.

Correspondencia: xgvalenciav@utn.edu.ec

Artículo recibido 10 agosto 2022 Aceptado para publicación: 10 septiembre 2022

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

Todo el contenido de **Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar**, publicados en este sitio están disponibles bajo

Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) 

Cómo citar: Valencia Valenzuela , M. X. G., Congo Espinosa , M. G. W., Jaramillo Vallejos , M. J. R., IpiALES Acosta , I. F. F. J., & Jaramillo Paredes , I. F. J. A. (2022). Estructura y diversidad arbórea del área de intervención de la concesión minera en la provincia Imbabura. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(5), 2536-2554. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i5.3262

Tree structure and diversity of the intervention area of the mining concession in the Imbabura province

ABSTRACT

The mining concession obtained its title as such on april 01, 2010, and covers a total area of 176,00 ha, with an intervention area of 39,57 ha, and is located in the San José de Quichinche, Otavalo canton, Imbabura province; forest cover within this area comprises planted trees and forest plantations with three associated species and one native. The objective of this study was to evaluate the structure and tree diversity of the intervention study area of the mining concession in Imbabura. The methodology was used through the application of a forest inventory with a stratified systematic system with an intensity of 5%; Thus, 20 plots of 1.000 m² each were installed and information on DBH, total height and commercial height of the individuals was collected. The intervention area presented a total volume of 2.498,83 m³ of standing wood, which corresponds to 222,12 m³ per hectare, there were also 279 individuals per hectare of the species: eucalyptus (*Eucalyptus globulus*), alder (*Alnus acuminata*), pine (*Pinus radiata*) and acacia (*Acacia melanoxylon*); It also showed a basal area of 15,28 m²/ha. The most dominant forest species was eucalyptus with 14,76 m²/ha. There fore, it is the most ecologically important forest species in the area, since it presented an IVI of 247,11. In conclusion, the area of intervention of the mining concession presents a forest structure with planted species, so it does not have an economic value for total contributions for services and environmental goods of biodiversity, since the economic valuation applies only to forest native.

Keywords: *inventory; concession; volume; abundance; species.*

INTRODUCCIÓN

La presente investigación analiza la Estructura y diversidad forestal dentro del área de intervención de la Concesión Minera, ubicada en la parroquia San José de Quichinche, cantón Otavalo, provincia Imbabura; el cual permite conocer el comportamiento y distribución de los árboles dentro del área de intervención, además muestra la especie forestal ecológicamente más importante, dominante, frecuente y abundante; también presenta el volumen total y promedio por hectárea de la masa forestal, cuya información es muy valiosa para facilitar un manejo adecuado del bosque.

La característica principal de los bosques, sean naturales o plantados, está en relación con la estructura y diversidad forestal, así también, se encuentran estrechamente vinculados con el Índice de Valor de Importancia (IVI) y Posición sociología (Ps) de árboles que forman parte del bosque.

Para analizar esta problemática es importante mencionar sus causas, una de ellas es la escasa información sobre estructura y diversidad forestal de plantaciones forestales, árboles plantados y bosques naturales. Se entiende por estructura del bosque, la forma en que los árboles se instauran en un espacio (Kimmins, 1997); además considera la distribución y variación de dimensiones de cada individuo (Gadow & Hui, 1999). La distribución de las especies forestales en cambio se encuentran determinadas por las destrezas de regeneración, la intervención silvícola y el desarrollo en el sitio; por otra parte, la variación de dimensiones se refiere a la relación de tamaño de los individuos del bosque y puede evaluarse a través del DAP y altura total (Del Río, Montes, Cañellas & Montero, 2003). La diversidad se refiere al número de individuos por hectárea, cantidad de especies y familias en un determinado espacio que se obtiene a través de dos métodos: la riqueza específica en relación con el número de especies presentes y la estructura que determina la distribución proporcional del valor de importancia (Moreno, 2001; citado por Campo & Duval, 2014). Según Campo y Duval (2014), la estructura se relacionada con la organización del bosque, y toma en cuenta la forma, distribución y asociación de diferentes especies e individuos. El Índice de Valor de Importancia (IVI) determina la importancia ecológica de las especies dentro de un ecosistema, a través de la sumatoria de abundancia, dominancia, y frecuencia (Melo, 1997; citado por Organización Internacional de Maderas Tropicales, 2010)

Todas las investigaciones sobre estructura de bosques manejados mencionan que es un indicador propio de la diversidad (Corral, Aguirre, Jiménez & Corral, 2005) y que, mediante intervenciones silviculturales la estructura puede ser modificada; de esta manera es importante diferentes aspectos relacionados al estudio, evaluación, conocimiento y al monitoreo de la estructura del bosque, ya que son primordiales para garantizar la sostenibilidad del bosque a través de la buena gestión y conservación (Castellanos et al., 2008).

La investigación sobre estructura y diversidad arbórea en el área de intervención de la Concesión Minera se realizó por el interés de conocer la organización y distribución de los árboles en el área de estudio, además determinar el volumen total, volumen comercial y volumen promedio por hectárea, esto permitió identificar la especie con mayor abundancia y ecológicamente más importante en ese sitio. Por otra parte, fue importante establecer la valoración económica del recurso forestal, mediante la aplicación del Acuerdo Ministerial N° 076, publicado en el registro oficial N° 476 del 14 de agosto del 2012, reformado mediante Acuerdo Ministerial N° 134, publicado en el registro oficial N° 812 del 18 de octubre del 2012 (Ministerio del Ambiente, 2012a; 2012b). Para garantizar la prevención del daño ambiental y recuperación de áreas naturales degradadas, el presidente del Ecuador, a través del decreto ejecutivo Nro. 286 del 03 de abril del 2014 y publicado en el Registro Oficial Nro. 231 del 23 de abril de ese mismo año, Decreta: “Transferir al Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, actualmente MAG, *“la competencia de regulación de plantaciones forestales y el manejo sustentable con fines comerciales”*, determinadas en la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, que hasta la actualidad lo venía ejecutando el Ministerio del Ambiente” (Presidencia del Ecuador, 2014).

En el ámbito profesional y como ingeniero forestal, el interés fue conocer más sobre el área. En el reconocimiento inicial del sitio en estudio, dentro del área de intervención de la Concesión Minera, se identificó tres estratos de acuerdo con el componente forestal, por lo que se planificó un Inventario Forestal como el método más adecuado para recopilación de información. El Inventario Forestal se realizó en 39,57 hectáreas; se aplicó un muestreo sistemático estratificado al 5% (2,00 ha) de intensidad; para lo cual se delimitó y estatificó el área según e tipo de cobertura forestal, además se determinó la distribución sistemática de 20 unidades de muestreo de 20m x 50m, con una superficie

de 1.000m² cada una, las cuales fueron ubicadas con ayuda de un receptor satelital (GPS). Dentro de cada parcela se identificó, midió y documentó todos los árboles con un diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o superior a 10cm.

El estudio ayudará a disponer de información referente a la cobertura vegetal arbórea del área de intervención de la Concesión Minera, siendo importante conocer la estructura y diversidad arbórea del bosque plantado. El Manejo Forestal Sostenible de los bosques plantados es un factor primordial para mantener una productividad constante, para ello, esta investigación aporta con datos importantes sobre: volumen, estructura horizontal, estructura vertical, diversidad arbórea, e importancia ecológica de las especies.

METODOLOGÍA

La Concesión Minera, se encuentra ubicada en la parroquia San José de Quichinche, Cantón Otavalo, Provincia Imbabura, y se encuentra en su fase de explotación de Minerales no metálicos “arcilla”, mediante la utilización de tecnologías apropiadas para la explotación de Minerales no metálicos, con la finalidad de permitir un adecuado abastecimiento de materias primas. La superficie concesionada es 176,00 ha., es así que obtuvieron su título de “Concesión Minera” el 01 de abril del año 2010 (CANTYVOL S.A., 2019). La Concesión Minera no interseca con bosques protectores, patrimonio forestal del estado, ni áreas protegidas; según en el documento 0944-2009-DNPCA-MAE de fecha 26 de junio del 2009, en la que la Dirección Nacional de Prevención de Contaminación Ambiental del MAE otorga el certificado de intersección (Ministerio del Ambiente, 2009). En el reconocimiento inicial del sitio en estudio y durante la fase de campo, dentro del área de intervención de la Concesión Minera, se identificó tres estratos de acuerdo con el componente forestal, el primer estrato de 7,95 ha., lo conforma una plantación de eucalipto (*Eucalyptus globulus*); el segundo estrato de 28,32 ha., en su mayoría no tiene cobertura vegetal y otra parte de este se encuentra cubierto por pastizales naturales de kikuyo, plantas herbáceas, arbustos, área sin cobertura vegetal y árboles plantados de pino (*Pinus radiata*) cuyo DAP es inferior a 10 cm y el tercer estrato de 3,30 ha., se encuentra formado por una plantación forestal mixta en hileras de especies de eucalipto (*Eucalyptus globulus*), pino (*Pinus radiata*), Acacia (*Acacia melanoxylon*) y aliso (*Alnus acuminata*).

En el Inventario Forestal se consideró las especies forestales mayores o iguales a 10 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). El Inventario Forestal fue realizado en enero del

2022, en una superficie de 39,57 hectáreas del área de afectación efectiva del proyecto (Intervención de la Concesión Minera), aplicando un muestreo sistemático estratificado al 5% (2,00 ha) de intensidad. El área de intervención del proyecto fue delimitado y estatificado según el tipo de cobertura forestal, además mediante el programa GIS se realizó la distribución de 20 parcelas (20m x 50m) en forma sistemática, cada parcela cuenta con una superficie de 1.000m² y fueron ubicadas con ayuda de un receptor satelital (GPS).

Tabla 1. Estratificación del área de Intervención de la Concesión Minera

Estrato	Tipo de cobertura	Nro. Parcelas	Área
1	Plantación de Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>)	11-14-15-16-18	7,95 ha
2	En su mayoría no tiene cobertura vegetal y otra parte de este se encuentra cubierto por pastizales naturales de kikuyo, plantas herbáceas, arbustos y árboles plantados de Pino (<i>Pinus radiata</i>) cuyo DAP es inferior a 10 cm	2-3-4-6-8-9-12-13-17-19-20	28,32
3	Plantación forestal mixta de especies de eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>), pino (<i>Pinus radiata</i>), acacia (<i>Acacia melanoxylon</i>) y aliso (<i>Alnus acuminata</i>).	1-5-7-10	3,30 ha
TOTAL		20 Parcelas	39,57 ha

Para el análisis de datos obtenidos en el inventario, se utilizó las fórmulas planteadas por Finol (1971, 1976) y propuestas por Lamprecht (1990), citado por Cueva (2015), además, se aplicó las fórmulas para el cálculo del volumen que constan en las Normativas Forestales del MAE 2010 y 2015.

Para determinar el área basal de un árbol se utilizó la siguiente formula

$$AB = \pi * (D^2 / 4)$$

Fuente: (MAE, 2015)

Dónde:

D = DAP (Diámetro a la altura del pecho).

$\pi = 3.1416$

Para el cálculo del volumen de los árboles se aplicó la siguiente fórmula

$$V_c = (D^2 \times \pi \times H_c \times f) / 4$$

$$V_t = (D^2 \times \pi \times H_t \times f) / 4$$

Fuente: (MAE, 2010)

Dónde:

V_t = Volumen Total

V_c = Volumen Comercial

D = DAP (Diámetro a la altura del pecho).

π = 3,1416

H_c = Altura comercial

f = Factor de forma (0,7)

La abundancia Percibe el número de individuos de cada especie por unidad de área (Lamprecht, 1990; citado por Cueva, 2015). Se aplicó las siguientes fórmulas:

$$\text{Abundancia absoluta} = \frac{\text{N}^\circ \text{ individuos de la especie } i}{\text{Unidad de area}}$$

$$\text{Abundancia relativa (\%)} = \frac{\text{Abundancia absoluta de la especie } i}{\Sigma \text{ Abundancias absolutas}} * 100$$

La dominancia representa la cobertura del área basal de cada especie (Lamprecht, 1990; citado por Cueva, 2015). Se aplicó las siguientes fórmulas:

$$\text{Dominancia absoluta} = \Sigma \text{ Áreas basales de los individuos de la especie } i$$

$$\text{Dominancia relativa (\%)} = \frac{\text{Dominancia absoluta especie } i}{\text{Área basal total}} * 100$$

La frecuencia identifica la presencia o ausencia de especies en las parcelas de muestreo (Lamprecht, 1990; citado por Cueva, 2015). Se aplicó las siguientes fórmulas:

$$\text{Frecuencia absoluta} = \frac{\text{N}^\circ \text{ parcelas en las que aparece la especie}}{\text{Total de parcelas}}$$

$$\text{Frecuencia relativa (\%)} = \frac{\text{Frecuencia absoluta de la especie } i}{\Sigma \text{ Frecuencias absolutas}} * 100$$

El Índice de valor de importancia (IVI) para cada especie se determinó a través de la sumatoria de la frecuencia, abundancia y dominancia. Según Lamprecht (1990), el IVI define el peso ecológico de las especies en las comunidades vegetales. El IVI fue desarrollado por Curtis y McIntosh (1951) y se calculó con la siguiente ecuación:

$$IVI = (AR + FR + DR)/3$$

Donde:

IVI = Índice de Valor de Importancia

AR = Abundancia relativa

FR = Frecuencia relativa

DR = Dominancia relativa

La estructura vertical del bosque plantado fue determinada con la metodología establecida por Finol (1971), allí establece que el perfil vertical de los árboles se divide en tres estratos: superior, medio e inferior. También se calculó la Posición sociológica (Ps) las especies, ya que muestra el esparcimiento vertical de estas. Estrato superior (altura > 2/3 de la altura superior del vuelo), Estrato medio (altura entre < 2/3 > a 1/3 de la altura superior del vuelo) y Estrato inferior (altura < 1/3 de la altura superior del vuelo).

Para obtener el Valor fitosociológico de cada estrato (VF) se dividió la cantidad de árboles del primer estrato para el total de los tres estratos verticales (Finol, 1971).

Se aplicó las siguientes ecuaciones:

$$VF = \frac{\text{N}^\circ \text{ árboles del estrato } i}{\sum \text{N}^\circ \text{ árboles de los estratos}}$$

$$VF (\%) = \frac{\text{N}^\circ \text{ árboles del estrato } i}{\sum \text{N}^\circ \text{ árboles de los estratos}} * 100$$

Para el cálculo de la posición fitosociológica de una especie, se sumó los valores fitosociológicos en cada estrato, según lo establecido por Finol (1976).

$$PSa = (VF(i) * n(i)) + (VF(m) * n(m)) + (VF(s) * n(s))$$

$$Psr = \frac{PSa}{\sum PSa} * 100(\%)$$

Donde:

PSa = Posición sociológica absoluta

VF = Valor fitosociológico del sub-estrato

n = Número de individuos de cada especie

Psr = Posición sociológica relativa

i: inferior; m: medio; s: superior

RESULTADOS

Estructura horizontal

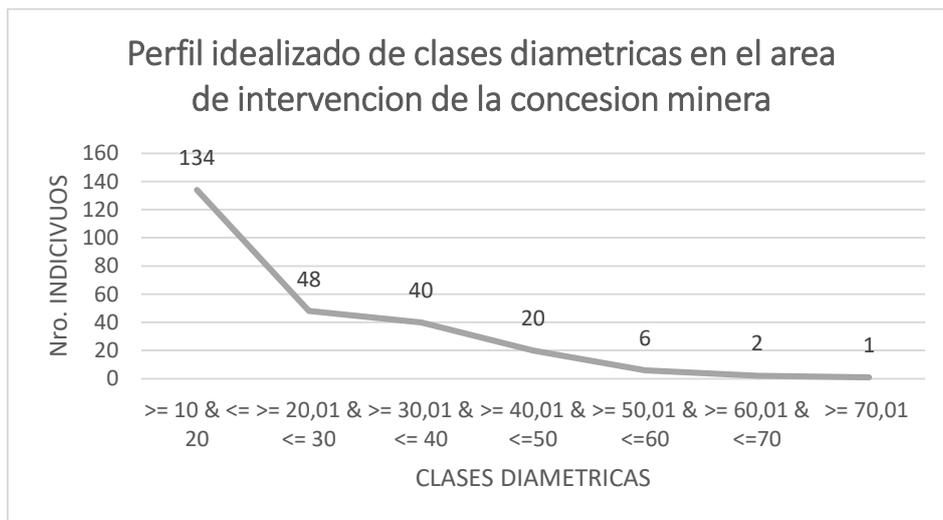
Clases diamétricas.

Tabla 2. Individuos por clase diamétrica

RANGO (cm)	>= 10 & <= 20	>= 20,01 & <= 30	>= 30,01 & <= 40	>= 40,01 & <=50	>= 50,01 & <=60	>= 60,01 & <=70	>= 70,01
Nro. Individuos	134	48	40	20	6	2	1

En nueve parcelas muestreadas que presentan especies forestales plantadas, se observa el estado de sucesión y este presenta la forma de una (J) invertida típica en plantaciones forestales no manejadas y como consecuencia de la abundancia de individuos de poco tamaño propios del dosel inferior, que van disminuyendo proporcionalmente a medida que las clases diamétricas van creciendo de rango.

Figura 1. Perfil idealizado de clases diamétricas



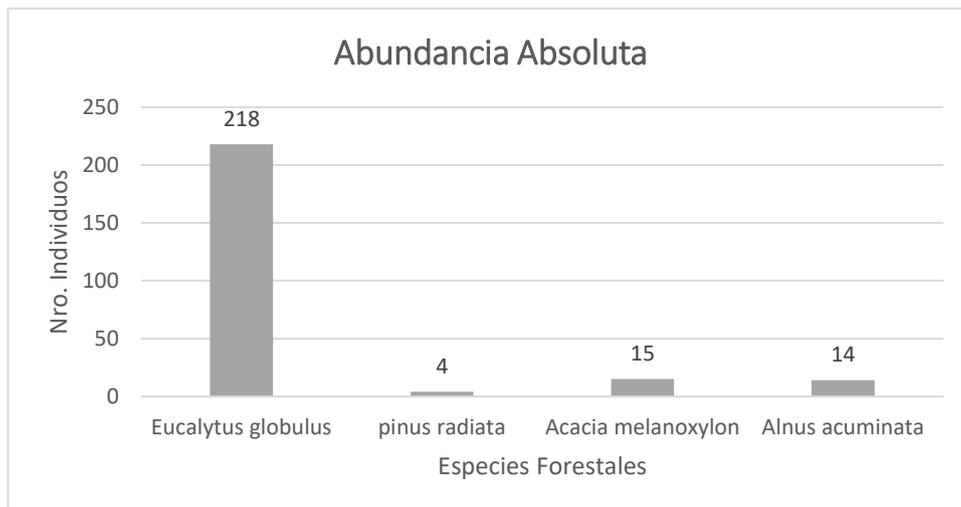
La figura 1 muestra que el mayor número de individuos se encuentran en el rango diamétrico de 10 a 20 cm con 134 individuos de las especies: eucalipto (*Eucalyptus globulus*), pino (*Pinus radiata*), acacia (*Acacia melanoxylon*) y aliso (*Alnus acuminata*); seguido del rango diamétrico de 20,01 a 30 cm con 48 individuos, de 30,01 a 40 cm con 40 individuos, de 40,01 a 50 cm con 20 individuos, de 50,01 a 60 cm con 6 individuos, de 60,01 a 70 cm con 2 individuos y mayor de 70.01 cm de DAP tenemos 1 individuo.

Densidad (Abundancia Absoluta).

En las nueve parcelas con información de especies forestales plantadas dentro del área del Inventario Forestal (estratos 1 y 3), se registró un total de 251 individuos

representados por cuatro especies, así se obtiene que la especie que presenta el mayor número de individuos es aquella que tienen una población total de 218 individuos de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) mayores a 10 cm de DAP, seguida por las otras tres especies: acacia (*Acacia melanoxylon*) con 15 individuos, luego aliso (*Alnus acuminata*) con 14 individuos, y por último pino (*Pinus radiata*) con 4 individuos, ver figura 2.

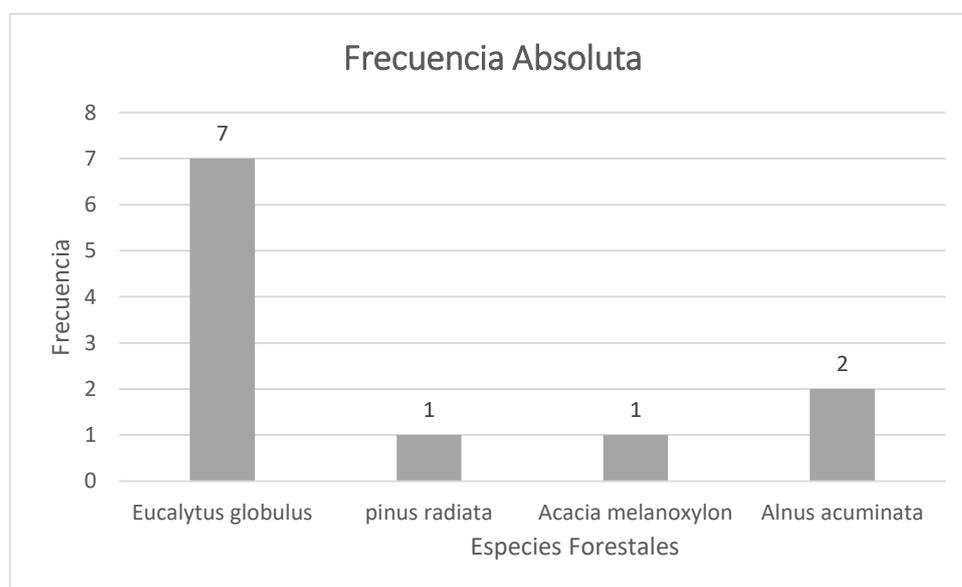
Figura 2. Abundancia de las especies forestales



Frecuencia de las especies forestales

La especie forestal registrada con mayor frecuencia en las unidades de muestreo es el eucalipto (*Eucalyptus globulus*), ya que se encuentra presente en 7 de parcelas, seguido de aliso (*Alnus acuminata*) presente en dos parcelas y por último el pino (*Pinus radiata*) y acacia (*Acacia melanoxylon*) presentes en una parcela, ver figura 3

Figura 3. Frecuencia de las especies forestales



Dominancia de las especies forestales

El Inventario Forestal en las unidades de muestreo del área de intervención de Concesión Minera presentó un área basal (AB) de 13,75 m², con un promedio por hectárea de 15,28 m²/ha. La especie forestal con mayor dominancia dentro de las U.M. del bosque plantado es el eucalipto (*Eucalyptus globulus*) con 13,28 m², mostrando un promedio por hectárea de 14,76 m²/ha., ver tabla 3.

Tabla 3. Dominancia de las especies forestales (Área Basal)

Especie	PARCELAS	HECTÁREA
	Dominancia Absoluta (m ²)	Dominancia Absoluta (m ² /ha)
<i>Eucalyptus globulus</i>	13,28	14,76
<i>Pinus radiata</i>	0,09	0,10
<i>Acacia melanoxylon</i>	0,19	0,21
<i>Alnus acuminata</i>	0,18	0,20
TOTAL	13,75	15,28

Índice de Valor de Importancia (IVI)

Del área en estudio se desprende el Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies forestales presentes en el bosque plantado, las mismas que en el orden de mayor importancia son: eucalipto (*Eucalyptus globulus*) con un IVI de 247,11; seguida de aliso (*Alnus acuminata*) con un IVI de 25,08; después acacia (*Acacia melanoxylon*) con un IVI de 16,46; y por último la especie pino (*Pinus radiata*) que presenta un IVI de 11,35. Ver tabla 4.

Se interpreta que es una plantación forestal conformada en su mayoría por la especie eucalipto (*Eucalyptus globulus*), la cual carece de manejo forestal y que proporciona bajos volúmenes de madera con fines comerciales y que a más del aprovechamiento de productos maderables y que se orienta principalmente a proveer productos no maderables (leña).

Tabla 4. Cálculo del Índice de Valor de Importancia IVI.

Familia	Especie	Nombre Común	AB m ²	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (%)	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	IVI 300%
MYRTACEAE	<i>Eucalyptus globulus</i>	EUCALIPTO	13,28	218	86,85	7	63,64	96,62	247,11
BETULACEAE	<i>Alnus acuminata</i>	ALISO	0,18	14	5,58	2	18,18	1,33	25,08
FABACEAE	<i>Acacia melanoxylon</i>	ACACIA	0,19	15	5,98	1	9,09	1,39	16,46
PINACEAE	<i>Pinus radiata</i>	PINO	0,09	4	1,59	1	9,09	0,67	11,35
TOTAL			13,75	251	100,00	11,00	100,00	100,00	300,00

Estructura vertical

Continuando con la caracterización estructural de la masa forestal encontrada en el área de intervención de la Concesión Minera, tenemos como resultante la siguiente interpretación:

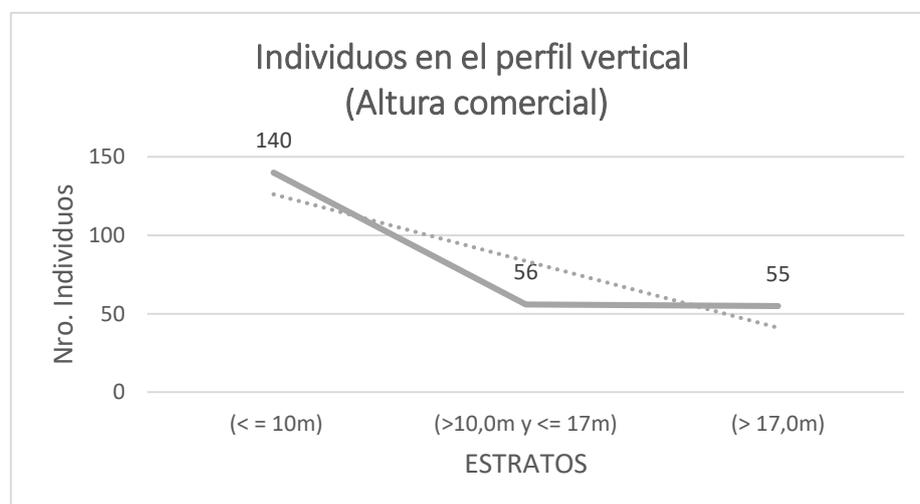
Los individuos fueron ubicados de acuerdo con la altura comercial y altura total registrada en los tres estratos: inferior, medio y superior:

- Estrato superior (Piso superior: > 17,00 m).
- Estrato medio (Piso medio: >10,00 m y <=17,00 m).
- Estrato inferior (Piso inferior: <= 10,00 m).

Tabla 5. Estructura vertical por estratos (Altura comercial)

	Estrato Inferior	Estrato Medio	Estrato Superior
Rango Altura Comercial (m)	(<= 10m)	(> 10,0m y <= 17,0m)	(> 17,0m)
Nro. Individuos	140	56	55

Figura 4. Estructura vertical por estratos (altura comercial)

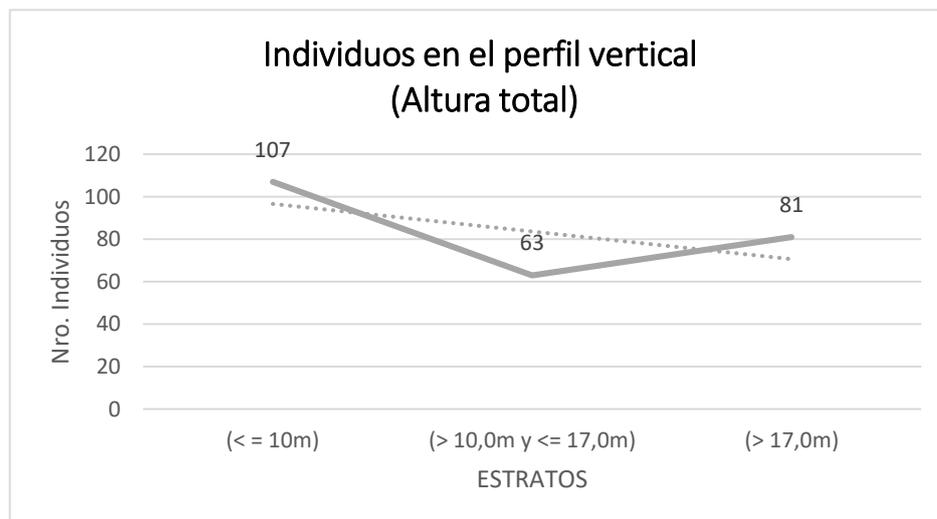


De la figura 4, se desprende un primer estrato superior ($> 17,0$ m) que se encuentra en el dosel superior de la plantación y que corresponde a 55 individuos del total de la masa forestal; luego un segundo estrato medio ($> 10,0$ y $\leq 17,0$ m) está conformado por 56 individuos que alcanzan el dosel medio, después tenemos un tercer estrato ($\leq 10,0$ m) que muestra una concentración alta de 140 individuos en el dosel inferior.

Tabla 6. Estructura vertical por estratos (altura total)

	Estrato Inferior	Estrato Medio	Estrato Superior
Rango			
Altura total (m)	(≤ 10 m)	($> 10,0$ m y $\leq 17,0$ m)	($> 17,0$ m)
Nro. Individuos	107	63	81

Figura 5. Estructura vertical por estratos (Altura total)



De la figura 5, se desprende un primer estrato superior ($> 17,0$ m) que se encuentra en el dosel superior de la plantación y que corresponde a 81 individuos del total de la masa forestal; luego un segundo estrato medio ($> 10,0$ y $\leq 17,0$ m) está conformado por 63 individuos que alcanzan el dosel medio, después tenemos un tercer estrato ($< 10,0$) del que muestra una concentración alta de 107 individuos en el dosel inferior.

Posición sociológica (Ps)

En la tabla 7 se observa la Posición sociológica de especies forestales en las unidades de muestreo, y se obtuvo el mayor porcentaje de 83,97% para la especie eucalipto (*Eucalyptus globulus*), esto, visualiza que esta especie se encuentra de manera regular en los tres estratos verticales del bosque plantado (inferior, medio y superior) y aseguran un

lugar en el perfil vertical del bosque. Las especies forestales con menor Posición sociológica son: acacia (*Acacia melanoxylon*), aliso (*Alnus acuminata*) y pino (*Pinus radiata*); que presentan 7,29%; 6,80% y 1,94% respectivamente, esto demuestra que su presencia es irregular en el perfil vertical, al presentarse en un solo estrato vertical.

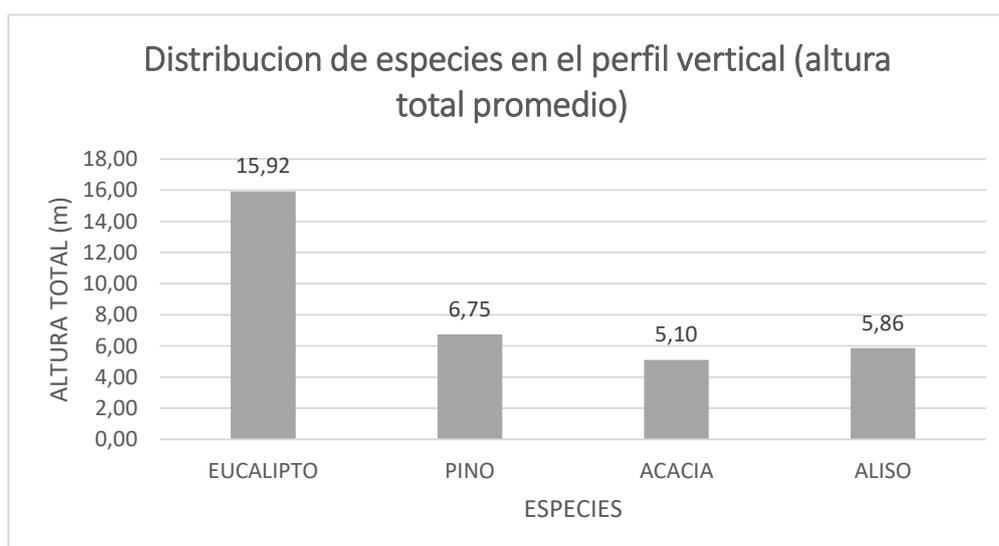
Tabla 7. Posición sociológica de especies forestales en las Unidades de Muestreo

Especies	Estrato - perfil vertical- Altura total						PSA	PSR (%)	Nº/UM	Arboles/ha
	Inferior		Medio		Superior					
	Nº/UM	Vfi	Nº/UM	VFm	Nº/UM	VFs				
EUCALIPTO	75	0,43	62	0,25	81	0,32	73,67	83,97	218	242
PINO	4	0,43	0	0,25	0	0,32	1,71	1,94	4	4
ACACIA	15	0,43	0	0,25	0	0,32	6,39	7,29	15	17
ALISO	14	0,43	0	0,25	0	0,32	5,97	6,80	14	15
TOTAL	108		62		81		87,741	100,00	251	278

Perfil idealizado de altura total promedio

En la figura 6 se observa el Perfil idealizado de altura total promedio de las especies dentro del área de intervención de la Concesión Minera, donde el eucalipto (*Eucalyptus globulus*) presentó la mayor altura promedio con 15,92 m; seguido de pino (*Pinus radiata*) con 6,75 m, después aliso (*Alnus acuminata*) con 5,86 m y acacia (*Acacia melanoxylon*) con 5,10 m; siendo el eucalipto la especie más dominante en el perfil vertical del bosque, al situarse en el estrato superior.

Figura 6. Altura total promedio de las especies en las Unidades de Muestreo



Resultados del Inventario Forestal

Después de aplicar la metodología establecida y luego de procesar la información en función de las fórmulas previamente establecidas, tenemos a continuación los siguientes resultados por cada variable de estudio. Ver tabla 8.

Tabla 8. Resultados del Inventario Forestal (Área basal, Vol. total y Vol. comercial)

UNIDADES DE MUESTREO	VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	157,62
	VOLUMEN TOTAL (m ³)	199,91
	ÁREA BASAL (m ²)	13,75
	Nro. Arboles	251
ÁREA DE INTERVENCIÓN DE LA CONCESIÓN MINERA	VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	1.970,28
	VOLUMEN TOTAL (m ³)	2.498,83
	ÁREA BASAL (m ²)	171,87
	Nro. Arboles total	3139
EXTRAPOLADOS A LA HECTÁREA	VOLUMEN COMERCIAL (m ³ /ha)	175,14
	VOLUMEN TOTAL (m ³ /ha)	222,12
	ÁREA BASAL (m ² /ha)	15,28
	Nro. Arboles/ha	279

Los resultados obtenidos por hectárea, se muestra que el volumen total es 222,12 m³/ha; el volumen comercial es 175,14 m³/ha; área basal 15,28 m²/ha., y la cantidad de individuos fue 279; es así, que realizando la extrapolación al área de intervención de la Concesión Minera, se obtiene que el volumen total es 2.498,83 m³; volumen comercial es 1.970,28 m³; área basal 171,87 m² y 3.139 individuos. Estos resultados fueron obtenidos de la instalación de 20 unidades de muestreo distribuidas en forma sistemática estratificada en toda el área de intervención de la Concesión Minera, cabe señalar que únicamente en 9 parcelas se registró información de especies forestales ya que en las 11 parcelas restantes no existió ningún árbol para el registro.

Es importante señalar que al tratarse de plantaciones forestales el MAE (2004) no considera pago por concepto de pie de monte para el aprovechamiento forestal. Según el MAE (2012b) no aplica la valoración de los servicios ambientales, de acuerdo a lo que menciona el Acuerdo Ministerial 134, publicado en el Registro Oficial Nro. 812 del 18 de octubre del 2012; que expresa en el artículo 4) el cual agrega la palabra "NATIVA" a la frase cobertura vegetal; también el artículo 7) que hace referencia al Acuerdo Ministerial 041, publicado en el Registro Oficial Nro. 401 del 18 agosto del 2004, que establece el

derecho al aprovechamiento de madera en pie; y al Artículo 8) que hace referencia en caso de que se pretenda remover cobertura vegetal nativa.

CONCLUSIONES

El área de intervención de la Concesión Minera presenta una estructura forestal de bosque plantado, siendo el eucalipto (*Eucalyptus globulus*) la especie forestal con mayor dominancia y ecológicamente más importante del sitio. Es así, que el área basal promedio por hectárea fue 15,28 m²/ha., característico para plantaciones forestales sin manejo, con un volumen total de la masa forestal de 2.498,83 m³ de madera en pie y un volumen promedio por hectárea de 222,12 m³/ha de madera en pie.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Campo, A. M., & Duval, V. S. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque nacional Lihue Calel (Argentina). *Anales de Geografía*, (34), 25-42. Recuperado de [73https://www.researchgate.net/publication/286245009_Diversidad_y_valor_de_importancia_para_la_conservacion_de_la_vegetacion_natural_Parque_Nacional_Lihue_Calel_Argentina/download](https://www.researchgate.net/publication/286245009_Diversidad_y_valor_de_importancia_para_la_conservacion_de_la_vegetacion_natural_Parque_Nacional_Lihue_Calel_Argentina/download)
- CANTYVOL S.A. (2019). Auditoría ambiental de cumplimiento del plan de manejo ambiental de la fase de explotación. CONCESIÓN MINERA PASTAVÍ (CÓD. 5791.1). Otavalo-Ecuador.
- Castellanos, J. F., Treviño, E. J., Aguirre, Ó. A., Jiménez, J., Musalem, M., & López, R. (2008). Estructura de bosques de pino pátula bajo manejo en Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México. *Madera y Bosques*, 14(2), 51-63. doi: 10.21829/myb.2008.1421212
- Corral Rivas, J. J., Aguirre Calderón, O. A., Jiménez Pérez, J., & Corral Rivas, S. (2005). Un análisis del efecto del aprovechamiento forestal sobre la diversidad estructural en el Bosque Mesófilo de Montaña " El Cielo", Tamaulipas, México. *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*, 14(2), 217-228. Recuperado de [http://www.inia.es/gcontrec/pub/217-228-\(30_05\)-Un_analisis_1162281437750.pdf](http://www.inia.es/gcontrec/pub/217-228-(30_05)-Un_analisis_1162281437750.pdf)
- Cueva, K. (2015). Metodología de procesamiento y análisis de datos del inventario forestal nacional (IFN). Autor. Recuperado de http://www.infona.gov.py/application/files/3814/7405/3893/Metodologia_proc_esamiento_datos_IFN_PY_25_10_2015.pdf.

- Curtis, J., & McIntosh, R. (1951). An upland forest continuum in the pariré–forest border region of Wisconsin. *Ecology*, (32), 476–496. Recuperado de http://obsvweb1.ou.edu/rice_and_penfound/1931725.pdf.
- Del Río M., F. Montes, I. Cañellas, & G. Montero. (2003). Revisión: índices de diversidad estructural en masas forestales. *Investigación Agraria. Sistemas y recursos forestales*, 12(1), 159-176.
- Finol, U., H. (1971). Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. *Forestal Venezolana*, 14 (21): 29-42.
- Finol, U., H. (1976). Métodos de regeneración natural en algunos tipos de bosques venezolanos. *Forestal Venezolana*, 19 (26):17-44.
- Gadow, K. & Hui, G. (1999). Modelling stand development. En K. von Gadow & G. Hui (eds.), *Modelling forest development. Forestry Science*, Vol. 57. Switzerland: Springer. doi: 10.1007/978-94-011-4816-0_3
- Kimmins, J. P. (1997). *Forest Ecology. A Foundation for Sustainable Management*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall. 611 p.
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los Trópicos*. GTZ. República Federal Alemana.
- Ministerio del Ambiente. (2004). Acuerdo Ministerial No. 041. Fijar el aprovechamiento de pie de monte. Publicada el 04 de junio del 2004. Ecuador.
- Ministerio del Ambiente. (2009). Resolución No. 0944-2009-DNPCA-MAE. Certificado de intersección con el sistema nacional de áreas protegidas, bosques protectores y patrimonio forestal del estado. Publicada el 26 de junio del 2009. Ecuador
- Ministerio del Ambiente. (2010). Acuerdo Ministerial No. 139. Procedimientos para autorizar el aprovechamiento y corta de madera. Publicada en el *Registro Oficial No. 164*, del 5 de abril del 2010. Ecuador.
- Ministerio del Ambiente. (2012a). Acuerdo Ministerial No. 076. Reforma al artículo 96 del Libro III y artículo 17 del libro VI del Texto unificado de legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente sobre el inventario de recursos forestales para la ejecución de obras o proyectos 0. Publicada en el *Registro Oficial No. 766*, del 14 de agosto del 2012. Ecuador
- Ministerio del Ambiente. (2012b). Acuerdo Ministerial No. 134. Reforma al Acuerdo Ministerial No. 076; sobre el inventario de recursos forestales para la ejecución

de obras o proyectos. Publicada en el Registro Oficial No. 164, del 18 de octubre del 2012. Ecuador

Ministerio del Ambiente. (2015). Acuerdo Ministerial No. 134. Norma para el Manejo Forestal Sostenible de los Bosques Húmedos. Publicada en el *Registro Oficial No. 272*, del 23 de febrero del 2015. Ecuador.

Organización Internacional de Maderas Tropicales. (2010). *Ordenamiento forestal productivo para la zona de reserva campesina del departamento de Guaviare*. San Jose del Guaviare - Colombia.

Presidencia del Ecuador. (2014). Decreto ejecutivo No. 286. Transferir al Ministerio de Agricultura, Ganadería Acuacultura y Pesca la competencia de regulación de plantaciones forestales. 13 de abril del 2014. Quito – Ecuador.