



Inventario forestal con enfoque bioético para la protección sostenible de recursos en la Finca Experimental Andil de Jipijapa

Forest inventory with a bioethical approach for the sustainable protection of resources at the Andil Experimental Farm in Jipijapa

 Blanca Soledad Indacochea Ganchozo
 Reynier García Rodríguez *

Universidad Estatal del Sur de Manabí, Instituto de Posgrado, Programa de Maestría en Manejo Forestal Sostenible, Jipijapa, Ecuador.

* reynier.garcia@unesum.edu.ec

RESUMEN

Los principios bioéticos: beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia, se han analizado detalladamente en las ciencias médicas, sin embargo, se ha descubierto la posibilidad de contextualización en otras ciencias. El estudio propende al abordaje de acciones de protección de los recursos forestales en la finca experimental Andil. Justamente, se parte de la problemática existente entre las acciones antrópicas y las afectaciones a los ecosistemas naturales, donde se provoca anualmente pérdidas cuantiosas de especies y otras en vía en extinción. La bioética como ciencia de la supervivencia se entrelaza con la naturaleza, sin embargo, no hay estudios en Ecuador que revelen esta relación. Se plantea como supuesto hipotético que la aprehensión de los principios bioéticos garantiza la protección de los ecosistemas. El objetivo es analizar la relación entre la bioética y la protección de los recursos forestales de la finca experimental Andil. En la metodología se consideraron, métodos del nivel teórico y empírico, con fundamentos del estadístico – matemático. El principal resultado revela que, en la zona de estudio, sur de Manabí, hay un descenso numérico de especies florísticas y faunísticas, con énfasis en los recursos forestales, que ha provocado mortalidad de otras especies y migración.

Palabras claves: *bioética, ciencias forestales, protección, especies, diversidad, ecosistema.*

ABSTRACT

The bioethical principles of beneficence, non-maleficence, autonomy, and justice have been analyzed in detail in the medical sciences; however, the possibility of contextualization in other sciences has been discovered. The study aims to address actions to protect forest resources at the Andil experimental farm. To be precise, it starts with the existing problem between anthropogenic actions and their effects on natural ecosystems, where large losses of species are caused annually and others are on the verge of extinction. Bioethics as a survival science is intertwined with nature; however, there are no studies in Ecuador that reveal this relationship. It is proposed as a hypothetical assumption that the apprehension of bioethical principles guarantees the protection of ecosystems. The objective is to analyze the relationship between bioethics and the protection of forest resources on the Andil experimental farm. In the methodology, methods at the theoretical and empirical levels were considered, with statistical-mathematical foundations. The main result reveals that, in the study area, south of Manabí, there is a numerical decrease in floristic and faunal species, with emphasis on forest resources, which has caused mortality of other species and migration.

Keywords: *bioethics, forest sciences, protection, species, diversity, ecosystem.*

I. INTRODUCCIÓN

Los principios bioéticos: beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia, se han analizado detalladamente en las ciencias médicas, sin embargo, se ha descubierto la posibilidad de apreciarlos en otras ciencias. Tal es el caso, que esta propuesta investigativa alude a la contextualización en la protección de los recursos forestales de la finca experimental Andil y por consiguiente a los diversos ecosistemas. En la actualidad se requiere de la visión imperiosa que provoque el análisis en el paradigma disyuntivo entre el ser humano y la naturaleza. Es necesario saber que los bosques son tratados como fuente de productos forestales susceptibles de ser explotados en beneficio del interés humano (1), sin consideración alguna al impacto sobre la fauna.

Uno de los problemas ambientales preponderantes es la deforestación, que sin duda provoca que se manifiesten otros como: la erosión del suelo, la contaminación del aire, la formación de cárcavas, la pérdida de la diversidad biológica y la desaparición de ecosistemas terrestres, de aquí que se evidencia la necesidad de contribución al mejoramiento de la calidad de vida, la salud y bienestar de las personas, a la formación de los nuevos profesionales que aspiran a su título de cuarto nivel y al desarrollo del resto de los investigadores.

De este modo, se vislumbra la urgencia en la búsqueda de soluciones al problema identificado como respuesta a la dificultad en concreto, pues las acciones antrópicas en ocasiones son por acción, pero otras por omisión e inadecuada planificación, lo que requiere de un sistema de acciones, con enfoque tecnológico, que incluya consultorías virtuales que solventen las dudas o carencias de conocimientos para el manejo forestal sostenible. del ámbito tecnológico que den respuesta a un problema concreto. También se contextualizan los principios bioéticos, los que solo han sido abordados con rigor en el ámbito de la salud.

En Ecuador, no existen investigaciones al respecto, donde la concepción de la beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia, se interconecten con las ciencias forestales. Hoy día es un imperativo que la sociedad a nivel internacional y nacional, conozca y domine las esencias de la bioética, puesto que no solo es imputable al ser humano, sino a todos los seres vivos.

La situación ambiental obliga a reconsiderar

la forma de interacción con el mundo, con el propósito de reducir los impactos de las acciones en los ecosistemas. La educación se presenta como el medio más efectivo para replantear la conducta humana. En este contexto, la ecopedagogía, en el marco de la bioética, emerge como una novedosa perspectiva en la educación ambiental, cuyo enfoque radica en mejorar la relación entre los seres humanos y la naturaleza, fomentando una comprensión más profunda de enfoques alternativos para la enseñanza y el aprendizaje. El análisis realizado por los autores reveló las principales teorías y resultados de investigaciones relacionadas con este tema, lo que permitió un examen reflexivo y crítico. Se identificaron, a pesar de la clara importancia de unir ambas disciplinas, algunas lagunas en la integración de la ecopedagogía y la bioética, especialmente en su aplicación a la conservación de la fauna silvestre (2).

La influencia de la bioética en la explotación comercial de los bosques tropicales naturales y su impacto en la fauna. Logró una profunda reflexión a la luz de los principios de la bioética y el biodesarrollo (3). En este sentido, las operaciones de explotación forestal certificadas, que se llevan a cabo de manera sostenible, los efectos negativos sobre la fauna son mínimos. Enfatizó en que existen limitaciones en cuanto a la base científica y la coherencia metodológica de las evaluaciones, por lo que se requieren investigaciones más rigurosas y a largo plazo. Según su experiencia, hasta 2020, el manejo forestal se basaba en un enfoque ontológico que separa a los seres humanos de la naturaleza, considerando el bosque principalmente como una fuente de recursos madereros y oportunidades económicas, a pesar de que se han incorporado conceptos de conservación en el ámbito legal y técnico, lo que se traduce en diversos grados de compromiso con la fauna. Sentenció que la valoración de la fauna por sus méritos intrínsecos es escasa.

La investigación en bioética aplicada a la protección de los recursos forestales se reviste de una importancia fundamental en el contexto científico y académico debido a su potencial para el abordaje de dilemas éticos y morales de relevancia global. La temática no solo implica aspectos biológicos, sino que también suscitan interrogantes éticas de gran envergadura (4).

El estudio de los principios bioéticos en este

ámbito se justifica por su capacidad para arrojar luz sobre cuestiones cruciales relacionadas con la responsabilidad de la humanidad hacia la fauna y la flora silvestres, los derechos de las especies no humanas y la toma de decisiones en la explotación y conservación de la diversidad biológica (5).

La conservación de la biodiversidad es un imperativo ineludible para mantener la estabilidad de los ecosistemas y garantizar el bienestar del planeta. En este contexto, la bioética proporciona un marco ético que coadyuva al equilibrio entre la explotación de recursos naturales con la necesidad de preservar la riqueza biológica de la Tierra. Además, promueve la reflexión sobre cómo satisfacer las necesidades presentes sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras, un aspecto central del desarrollo sostenible.

La investigación en bioética aplicada a la biodiversidad también es crucial en términos de bienestar animal, ya que plantea preguntas éticas sobre el sufrimiento innecesario de las especies silvestres y cómo prevenirlo (6). Además, contribuye a la educación ambiental, sensibiliza al público sobre la importancia de la conservación de la vida silvestre y orienta a los responsables de la toma de decisiones en la formulación de políticas que fomenten prácticas sostenibles y éticas.

La experiencia en el área dirige la atención al reconocimiento de que el valor de la vida silvestre es garante de la creación de motivación para el manejo y la conservación eficientes. En tal sentido, la bioética puede contribuir a una mejor relación entre los involucrados humanos al manejo forestal y los animales no humanos habitantes de los bosques tropicales. Específicamente, la bioética aplicada al manejo forestal implica un análisis devenido de las reflexiones y propuestas del posdesarrollo entre las que se encuentran el biodesarrollo, la biopolítica, la bioeconomía que ponen como eje del pensar y actuar humanos en torno a los valores intrínsecos de la vida.

La ponencia articula a las funciones sustantivas de la educación superior ecuatoriana: docencia, investigación y vinculación con la sociedad y responde al proyecto de investigación de título: "Contextualización de los principios bioéticos a las ciencias forestales: experiencias en la finca experimental Andil", del programa de maestría en Manejo Forestal Sostenible, que es una

interesante propuesta de alto valor científico pues abarca el área forestal. En este sentido, se alude a la protección de los bosques y a las especies arbóreas, por el alcance que tiene a nivel de país y de Manabí, con una especial atención al pueblo montubio de la provincia.

En este orden, el objetivo del trabajo es analizar la relación entre la bioética y la protección de los recursos forestales de la finca experimental Andil.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

En el inventario forestal, se utilizó el sistema de posicionamiento global (GPS) para recopilar datos precisos sobre la ubicación, tipo y descripción de los recursos forestales. Para esto, se emplearon dispositivos GPS de alta precisión, como los receptores GNSS (Sistema de Navegación Global por Satélite) de marcas reconocidas de Suiza como: Leica y Magellan. Estos receptores capturaron coordenadas precisas de parcelas forestales, límites, árboles individuales y rutas de acceso, y se asociaron con observaciones detalladas de especies, altura, diámetro y salud de los árboles. Los datos de GPS se integran con software de mapeo y sistemas de información geográfica (SIG) para la obtención de un mapa detallado, que conllevó a análisis geoespaciales que respaldan la gestión y conservación de los bosques.

Se empleó el hipsómetro para medir la altura de los árboles con precisión, se empleó de la marca Nikon con paquete de hipsómetro láser Forestry Pro II con 3 baterías CR2, de origen japonés, dada las variadas funcionalidades y características. Este dispositivo permitió el registro la altura de árboles individuales de forma rápida y precisa, lo que es crucial en los estudios de inventario forestal. Al combinar la información del hipsómetro con las coordenadas capturadas por dispositivos GPS de alta precisión, se obtuvo un inventario detallado que incluye la ubicación y descripción de los árboles, como su especie, diámetro y salud (7).

En el contexto de estudios de inventario forestal, QGIS 3.22.16 desempeñó un papel fundamental al facilitar la importación y gestión de datos recopilados en campo, como las coordenadas GPS de árboles y parcelas, así como mediciones de altura realizadas con hipsómetros. Este software permitió la creación de capas de datos personalizadas para representar la ubicación

y características de los recursos forestales, incluyendo información detallada sobre especies, dimensiones y salud de los árboles. Además, QGIS posibilitó la realización de análisis geoespaciales para identificar patrones y tendencias en los datos, lo que fue crucial para la toma de decisiones en la gestión y conservación de los bosques. La visualización detallada y la generación de mapas contribuyeron a presentar resultados de manera efectiva, así como la planificación y el monitoreo de recursos forestales.

El uso de GPS de alta precisión y hipsómetros asegura datos exactos sobre la ubicación, especies, dimensiones y salud de los árboles, fundamentales para investigar la biodiversidad forestal y los efectos de la gestión. QGIS posibilita análisis geoespaciales detallados para identificar patrones de distribución y áreas críticas que requieren conservación. Se consideran principios éticos en la gestión forestal, explorando cómo estas tecnologías promueven una gestión más ética y sostenible. Los datos permiten evaluar estrategias de conservación, prácticas silviculturales y su impacto ambiental, respaldando decisiones basadas en evidencia. La visualización de resultados con QGIS facilita la comunicación efectiva para respaldar políticas forestales informadas en la finca experimental Andil de Jipijapa.

La investigación es mixta y fue realizada en la finca experimental Andil propiedad de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, del cantón Jipijapa. Se ubica en el Km 3 de la vía Jipijapa-Noboa en la comunidad Andil, perteneciente al cantón Jipijapa de la Provincia de Manabí. Los métodos aplicados fueron: del nivel teórico y empírico, así como estadístico – matemáticos.

- El histórico-lógico: para el estudio de los antecedentes relacionados con los principios bioéticos y la protección de la vida silvestre.
- El enfoque sistémico: para la determinación de las interrelaciones existentes entre las partes que integran las partes de la investigación, así como las acciones que se proponen.
- El análisis-síntesis: para el estudio de la bibliografía especializada relacionada con los principios bioéticos y la protección de la vida silvestre, posteriormente precisar los aspectos fundamentales para el análisis de los resultados arrojados y la propuesta de solución.

Se emplearon métodos del nivel empírico: observación, mediciones relacionadas con las especies arbóreas y entrevista.

La recolección de información estará basada en el consentimiento informado de las autoridades a diferentes niveles y de la comunidad participante. Es importante destacar que los resultados obtenidos se devolvieron éticamente a los participantes.

También se emplea el método estadístico-matemáticos, donde se procesó la información recolectada.

Área de Estudio

El presente trabajo se realizó en la finca experimental Andil, propiedad de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, se ubica en el Km. 3 de la vía Jipijapa-Noboa en la comunidad Andil, perteneciente al cantón Jipijapa de la Provincia de Manabí. El área de estudio cuenta con una superficie de 42,28 hectáreas, a una altura máxima de 365 msnm, y se localiza entre las coordenadas: X:551580 Y:9850690, tal como se ilustra en la figura 1.

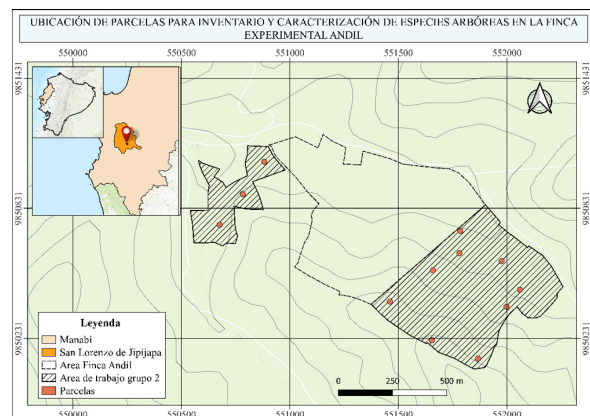


Figura 1. Ubicación de las parcelas para inventario y caracterización de las especies arbóreas en la Finca Experimental Andil.

Fuente: QGIS versión para Windows 3,22.16

Para efectuar la caracterización de las especies arbóreas dentro del área de estudio de la finca experimental Andil; fue establecido el empleo de 12 unidades de muestreo (UM), las mismas que se distribuyeron dentro del sitio en mención (42,28 ha) en base a un muestro aleatorio simple, utilizando además la metodología de inventario rápido propuesta por Gentry (1988).

Fue necesario indicar que las UM establecidas

dentro del bosque semihúmedo de la finca experimental Andil fueron de forma circular, cuyo radio fue de 12,61 m, empleando así parcelas con dimensiones de 500 m². La distribución de estas unidades muestrales se realizó bajo el empleo del software de sistema de información geográfica de código abierto QGIS versión para Windows 3,22.16.

La determinación de la vegetación se describe al estudio de la cobertura, conformación y concepción florística del ecosistema, la cual es beneficioso para puntos de vistas como: determinar elementos técnicos para la preparación de estudios de impacto ambiental, apoyo para elaborar planes de manejo de los ecosistemas y en estudios de ecología del paisaje, manejo y conservación de especies amenazadas.

Los parámetros estructurales de la composición florística se determinan con variables ecológicas, también se puede entender como la estructura de la vegetación, para lo cual es necesario e indispensable conocer ciertos parámetros básicos como: índice de valor importancia, Shannon – Weaver, dominancia de Simpson.

La variedad biológica personaliza un tema concentrado en la conjetura ecológica y ha existido como objeto de extensos debates, los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad procedente de las generalidades ecológicas, sin embargo, las asociaciones vegetales no están separadas dentro del enfoque en un entorno neutro, en cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades.

El índice de Shannon Weaver es una medida del grado de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo de un conjunto de especies. Esta incertidumbre aumenta con el número de especies y con la distribución irregular de los individuos entre las especies. Se considera, una buena medida de la diversidad, podemos pensar que todas las comunidades que presentan el mismo valor del índice (siempre que se haya calculado con la misma base de los logaritmos) son equivalentes respecto a su diversidad; es decir, se crean clases de equivalencia entre comunidades que comparten un mismo índice de Shannon.

Estos números de diversidad, cuyas unidades

son cuantificación de especies, miden lo que se denomina el número efectivo de especies presentes en una muestra, y son una medida del grado de distribución de las abundancias relativas entre las especies. N_0 es el 'número de total de especies' de la muestra; N_1 es el 'número de las especies abundantes' y N_2 es el 'número de las especies muy abundantes' en la muestra. Es decir que el número efectivo de especies es una medida del número de especies en la muestra donde cada especie es ponderada por su abundancia ($N_0 > N_1 > N_2$). Hill también propuso la razón entre N_2 y N_1 como un índice de equitatividad.

La riqueza específica es simple de determinar e interpretar, y la forma más sencilla de medir la biodiversidad ya que proporciona datos de riqueza de especies de la vegetación, la cual está se relaciona con el número de especies forestales presentes dentro de una comunidad. Es decir, es un índice apropiado para caracterizar la riqueza de especies de la comunidad, para medir la riqueza de las especies independientemente del tamaño de la muestra, se basan en la relación del número total de especies y el número total de individuos observados, los valores inferiores a dos son zonas de baja diversidad y los valores superiores a cinco son indicativos de alta biodiversidad.

La delimitación de cada UM, se realizó mediante el uso de estacas de longitudes promedio de 1 m, aerosoles de coloración roja, y su georreferenciación con la ayuda de un GPS "Garmin extrex 10". Cabe acotar que dentro de cada unidad de muestreo se registraron las valoraciones dasométricas (altura-diámetro) de los individuos arbóreos y arbustivos con D_n (1,30 m) superior a 10 cm, para lo que fueron empleadas cintas métricas e hipsómetro físico y digital.

Para establecer el correcto análisis de los datos tomados en campo, es necesario indicar que estos, se ordenaron de forma sistemática y digitalizaron en una hoja de cálculo de Microsoft Excel, luego se procedió a buscar los nombres técnicos o científicos de las especies vegetales registradas, empleando la ayuda del Catálogo de la Vida así como también del registro oficial del Jardín Botánico de Missouri "Trópicos"; posterior a esto se calcularon índices biodiversidad ecológica dentro de los que estuvieron el Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVIE) (ecuación 1), Índice de diversidad Shannon- Weaver (ecuación 2), Índice de Margalef (ecuación 3) y el

Índice dominancia de Simpson (ecuación 4), con la finalidad de comprender el estado ecológico de la vegetación arbórea y arbustiva de la finca experimental Andil.

$$IVIE = AB.R \% + F.R \% + DR \% (1)$$

Donde:

AB.R% = Abundancia relativa porcentual

F.R % = Frecuencia relativa porcentual

D.R % = Dominancia relativa porcentual

$$H' = PI * LNPI^{-1} (2)$$

Donde:

PI= n/N (n: individuos de una especie / N: número total de individuos)

LN= logaritmo natural

$$D (Mg) = (S-1) / Ln(N) (3)$$

Donde:

S= número total de especies

N= número total de individuos

$$D = 1 - \sum PI^2 (4)$$

Donde:

PI= Abundancia relativa de las especies

El área total del bosque seco tropical de la Finca Andil es de 84,69 hectáreas; conformadas por plantaciones forestales, agronómicas y bosque secundario. La muestra tomada en el estudio es de 1 000 m², dividida en los cinco transectos establecidos de (10+10 de radio x 50 m de longitud), llegando a un total de 5 000 m² (equivale a media hectárea).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el área de 6 000 m², correspondientes al 1,41 % de intensidad de muestreo efectuado dentro de la superficie de 42,28 ha de la finca experimental Andil, se pudo registrar un total de 178 individuos, los cuales estuvieron distribuidos dentro de 30 especies entre arbóreas y arbustivas y 27 géneros botánicos en un total de 15 familias.

En este sentido, se ha estimado el nivel de biodiversidad de las especies arbóreas de la finca experimental Andil mediante los índices ecológicos de Shannon- Weaver, Margalef Simpson y tal como se observa en la tabla 1.

Tabla 1. Inventario de especies mediante índices ecológicos

Especie N. Científico	I.V.I.E	Índice de Shannon		Índice Margalef	Índice de Simpson
		PI	PI*LNPI ⁻¹		
<i>Centrolobium ochroxylum</i> Rudd	16,64	0,039	0,127	5,597	0,002
<i>Cupania americana</i> L.	2,15	0,006	0,029		0,00003
<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav.) Urban	2,77	0,011	0,050		0,0001
<i>Pseudobombax millei</i> (Standl.) A. Robyns	2,77	0,006	0,029		0,00003
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	18,76	0,039	0,127		0,002
<i>Phytelephas aequatorialis</i> Spruce	6,62	0,039	0,127		0,002
<i>Coffea arabica</i> L.	2,22	0,006	0,029		0,00003
<i>Machaerium millei</i> Standl.	3,31	0,006	0,029		0,00003
<i>Swietenia macrophylla</i> G King	42,59	0,202	0,323		0,041
<i>Ceiba trischistandra</i> (A. Gray) Bakhuizen	2,62	0,006	0,029		0,00003
<i>Cedrela odorata</i> L.	13,99	0,045	0,139		0,002
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	11,62	0,006	0,029		0,00003
<i>Acnistus arborescens</i> (L.) Schltdl	4,20	0,022	0,085		0,001
<i>Piper aduncum</i> L.	6,74	0,017	0,069		0,0003
<i>Astrocaryum vulgare</i> Mart.	9,65	0,039	0,127		0,002
<i>Vachellia astringens</i> (Gillies) Speg.	5,90	0,017	0,069		0,0003
<i>Pentaclethra macroloba</i> (Willd.) Kuntze	6,34	0,022	0,085		0,001
<i>Triplaris cumingiana</i> Fisch. & Mey. ex C. A. Mey.	21,06	0,079	0,200		0,006
<i>Cecropia</i> spp	5,57	0,017	0,069		0,0003
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	42,24	0,140	0,276		0,020
<i>Inga edulis</i> Mart.	6,12	0,034	0,114		0,001
<i>Albizia guachapele</i> (Kunth) Dugand	6,48	0,022	0,085		0,001
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	8,88	0,017	0,069		0,0003
<i>Gmelina arborea</i> Roxb. ex Sm.	4,08	0,011	0,050		0,0001
<i>Leucaena trichodes</i> (Jacq.) Benth.	3,79	0,006	0,029		0,00003
<i>Cordia lutea</i> Lam.	2,88	0,011	0,050		0,0001
<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.	2,82	0,011	0,050		0,0001
<i>Spondias purpurea</i> L.	11,74	0,028	0,100		0,001
<i>Gliricidia Sepium</i> (Jacq.) Walp.	18,92	0,073	0,191		0,005
<i>Zanthoxylum sprucei</i> Engl.	6,54	0,022	0,085		0,001
Total	300	1	2,88	5,597	0,133 0,87

Fuente: Trabajo de campo

Por otra parte, y en correspondencia a la diversidad de individuos arbóreos y arbustivos registrados dentro del inventario; se identificaron 12 unidades de muestreo establecidas las especies que presentan un mayor valor de importancia ecológica fueron: *Swietenia macrophylla* G. King (42,59 %), *Guazuma ulmifolia* Lam (42,24 %) y *Triplaris cumingiana* Fisch. & Mey. ex C. A. Mey (21,06 %); mientras que las especies que ostentaron un menor valor de importancia ecológica fueron: *Ceiba trischistandra* (A. Gray) *Bakhuizen* (2,62 %), *Coffea arábica* L (2,22 %) y *Cupania americana* L. (2,15 %) (8).

Es necesario indicar que, dentro de la tabla antes mencionada, el índice de biodiversidad específica de Shannon ostentó una valorización de $H' = 2,88$ lo que indicó una comunidad de especies vegetales distribuidas de forma heterogénea con un nivel medio de biodiversidad; mientras que en lo referente a la diversidad de especies encontradas, se tiene que, el área muestreada tiene una diversidad alta de especies en base al índice de diversidad de Simpson el mismo que tuvo una valoración de 0,87; por su parte el índice de Margalef arrojó un valor de 5,59 lo que denotó una alta riqueza de especies dentro del área objeto de estudio en la finca experimental Andil. Se logró identificación de 30 especies mediante los transectos que se realizaron en el bosque seco tropical de la finca experimental Andil, en el transecto cuatro se observa mayor cantidad de individuos (41) mientras que en el transecto 2 se hallan el menor número de individuos (17).

En la finca las especies con Índice de Valor de Importancia Ecológica halladas en el bosque seco tropical, con mayor IVIE se encuentran a las especies *Swietenia macrophylla* y *Guazuma ulmifolia* Lam; mientras que *Cupania americana* L y *Coffea arábica* L. se mantienen con menor IVIE todas con 3,36.

La presencia de especies forestales, ha descendido de 45 a 30, prevaleciendo el 66.6%, por lo que como parte del diagnóstico se indagó a través de una entrevista a los diez responsables de la finca, sobre el conocimiento sobre la ética aplicada a los recursos naturales, donde hubo respuestas generales que evidenciaron las carencias en torno a las interrogantes, relacionadas con el equilibrio del uso de los recursos naturales con la conservación en la finca, de qué forma siguen los principios bioéticos al tomar decisiones

que afectan la vida silvestre y el ecosistema, la forma de promoción de la biodiversidad y la protección de especies en peligro en la finca, así como se han enfrentado a dilemas éticos sobre la relación entre humanos y la naturaleza en la finca. Y las consideras importante la educación ambiental y la conciencia sobre bioética en el entorno laboral, las cuales fueron respondidas con ambigüedades.

Hubo consenso en torno, a las consideraciones relacionadas con estrategias locales de conservación que pudieran evitar la degradación ecológica de los bosques secos provocada por las actividades humanas. En este sentido, la gestión del ecosistema del bosque seco de la finca Andil es de carácter vulnerable, requiere medidas sociales y técnicas apropiadas para el logro de una gestión sostenible entre la protección y el uso de los recursos naturales existentes, así como la contextualización de los principios bioéticos.

La Bioética es una ciencia transdisciplinaria que implica la variedad de conocimientos en la identificación de un ecosistema, la combinación de elementos que lo forman y su importancia para sostener la vida en general, con especial atención a la vida humana individual, social, orgánica y anímicamente sana (9), se relaciona con la biodiversidad además de encontrarse intrínsecamente ligada al bienestar social, brinda una gama amplia de servicios ecosistémicos lo cual otorga salud ecosistémica que marca no solo la estabilidad económica, ambiental y social de un pueblo, sino la subsistencia de la vida en el planeta tierra; sin embargo, la pérdida de biodiversidad es uno de los pilares de la crisis ambiental que se atraviesa, y esta crisis, se ha convertido en el principal reto que enfrenta la humanidad en el siglo XXI.

Además, la bioética también influye en la sostenibilidad de la producción de bienes y servicios, donde se busca satisfacer las necesidades humanas sin dañar la naturaleza. En este sentido, implica utilizar tecnologías limpias y promover la participación comunitaria en la toma de decisiones, fortaleciendo las condiciones ambientales y aprovechando los recursos naturales dentro de límites que permitan la regeneración y el crecimiento natural. Para abordar estas dinámicas en sistemas socioecológicos complejos y promover la sostenibilidad, es necesario adoptar una nueva forma de concebir y practicar la ciencia,

integrando conceptos que reflejen esta visión más amplia (10).

En este contexto, los principios bioéticos son: beneficencia, no-maleficencia, autonomía y justicia. El principio bioético más elemental y sobre el que se basan los enumerados anteriormente es el "respeto a la dignidad de la persona" basado en un enfoque integral y humanista, enfocado en la contextualización de los principios bioéticos en las ciencias forestales. Estos principios ofrecen una perspectiva innovadora que abarca las actividades de conservación, la explotación de los bosques y su restauración, teniendo en cuenta la importancia de la vida en todas sus formas. Esto implica superar la concepción antropocéntrica que separa al ser humano de la naturaleza, como se deriva de una ontología disyuntiva (11).

En la resolución de conflictos en el ámbito biomédico, ha surgido una orientación bioética principalista basada en "Los Cuatro Principios" formulados por Beauchamp y Childress, que incluyen la beneficencia, la no maleficencia, la autonomía y la justicia. Estos principios tienen como base el "respeto a la dignidad de la persona". Sin embargo, varios investigadores se centran en la contextualización de estos principios bioéticos en las ciencias forestales. Por ejemplo, el principio de beneficencia implica hacer el bien, evitando acciones dañinas que afecten a la naturaleza y a la sociedad en su conjunto. El principio de no maleficencia se basa en la premisa de "no hacer daño", y se refiere a utilizar competencias en favor de la naturaleza y los seres vivos, equilibrando beneficios y riesgos. El principio de autonomía se relaciona con la regulación de la elección humana, libre de interferencias externas, y se refiere a actuar de manera consciente e independiente. El principio de justicia implica otorgar dignidad a la naturaleza y a los recursos forestales, asegurando un ambiente saludable para todas las especies, lo que abarca el respeto por los derechos de la naturaleza y la superación de los especismos.

La aplicación de principios bioéticos en la gestión forestal y su impacto en la fauna es un área poco explorada, pues a menudo se ha centrado en la explotación de recursos forestales en beneficio humano, separando al ser humano de la naturaleza. Sin embargo, se argumenta que es esencial considerar la ética en estas interacciones y promover una perspectiva más inclusiva que

valore y proteja todas las formas de vida y el entorno en su conjunto (12).

En sentido general, Ecuador destaca por su rica biodiversidad, la cual desempeña un papel fundamental en la prosperidad económica, social y cultural, así como en la preservación de la vida. Los conceptos de Bioética, Sustentabilidad y Biodiversidad están estrechamente relacionados. Sin embargo, la actividad humana, como se ha expresado, está causando la pérdida de biodiversidad, lo que conlleva problemas en la educación ambiental y la sociedad. Marcado énfasis se evidencia en la deforestación ha aumentado debido a la explotación, incendios forestales y tala ilegal.

En el contexto donde se encuentra la Finca Experimental Andil, se aprecian problemas ambientales, asociados a la deforestación, que se evidencia en el uso no sostenible de los bosques con fines de energía y beneficio económico. Esto conlleva a la escasez de semillas de calidad y cantidad, la pérdida de diversidad forestal y el uso ineficiente de la biomasa proveniente de los bosques. Además, no se aprovecha la intercalación de los cultivos, lo que afecta el suelo y los recursos hídricos. Se asocian otros como:

- Degradación del suelo: incluye problemas como erosión, acidez, salinidad elevada, compactación y dificultades en el drenaje, que son más evidentes en las áreas agrícolas, perjudicando principalmente la actividad económica.
- Deterioro del saneamiento y del entorno en asentamientos humanos: se refleja en la escasez de agua potable, el aumento de microvertederos, la mala calidad del aire debido a la presencia de industrias y el tratamiento insuficiente de desechos tóxicos. Esto afecta negativamente la calidad de vida y la salud de la población.
- Contaminación de las aguas terrestres: la falta de tratamiento adecuado de los residuos líquidos tiene un impacto en la pesca, la agricultura, el turismo y, en general, en la calidad de vida.
- Pérdida de biodiversidad: ocurre debido al manejo inadecuado de los ecosistemas, la destrucción de hábitats naturales, la aplicación de prácticas agrícolas intensivas y la falta de control sobre la captura ilegal de especies valiosas. Esto tiene un impacto negativo en los recursos

naturales, tanto bióticos como abióticos, y afecta a las generaciones futuras (13).

La investigación no solo trata de enunciar los problemas, sino compartir ideas como contribución a la solución de los mismos. En este sentido, ¿qué se puede hacer?

- Planificar adecuadamente el uso del suelo, manteniendo el resto del territorio lo más inalterado posible para no acelerar su degradación. Prevenir el avance de la erosión y el deterioro de la vegetación (14).
- Realizar actividades agrícolas respetuosas con el medio ambiente y conservar el suelo potencialmente agrícola.
- Apoyar a organizaciones que trabajen para la conservación y reforestación de los bosques y selvas, a través de políticas y acciones encaminadas a la preservación de espacios naturales, rechazando aquellas que pretendan lo contrario.
- Propender al consumo responsable de agua, fomento de la cultura del reciclaje, usar racionalmente de la energía y desarrollar la agricultura urbana.
- Reducir el vertido de aguas residuales sin tratamiento, control de la contaminación química e industrial, mejoramiento del financiamiento para la prevención y el control de la contaminación marina, fortaleciendo las leyes sobre residuos marinos, desarrollo de capacidades técnicas y conocimientos a nivel local.
- Aplicar economía circular, basada en: Reducir, Reutilizar y Reciclar.
- Invertir en las comunidades indígenas, concienciar a la comunidad sobre las causas de la deforestación en eventos de esta naturaleza y otros, donde la participación sea activa y transite del paradigma a la práctica, demostrando que la conservación de los bosques y el desarrollo económico.
- Transformar selvas, bosques, matorrales, pastizales, manglares, lagunas, y arrecifes en campos agrícolas, ganaderos, granjas camaroneras, presas, carreteras y zonas urbanas destruimos el hábitat de miles de especies; puesto que en muchas ocasiones la

transformación no es completa, pero existe deterioro de la composición, estructura o función de los ecosistemas que impacta a las especies y a los bienes y servicios que se obtienen de la naturaleza.

La universidad como centro de docencia, investigación y vinculación con la sociedad, con visión de transformación social, ha de tributar a la educación ambiental y al desarrollo sostenible, desde la integración de su accionar (15). Para ello se ha de consolidar la formación de los estudiantes de pregrado y posgrado, que se inquieten de manera consciente y preocupada con el medio ambiente y con los problemas asociados, y que tengan conocimientos, aptitudes, actitudes, motivaciones y compromisos para el trabajo individual y colectivo en la búsqueda de soluciones para los problemas existentes y para prevenir otros (16). Implica comprender la necesidad de un planeta y de un entorno diferente, de vida y plenitud. La universidad nueva requiere del fomento de la cultura ciudadana con conciencia ambientalista (17).

En este sentido, es importante la consolidación permanente del desarrollo sostenible en virtud de la satisfacción de las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias. Con este concepto se busca comprender y analizar las vías que debe adoptar el desarrollo económico para causar la menor afectación ambiental posible.

En torno a esta idea surge la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) que habilita para la toma de decisiones a favor de la integridad del medio ambiente, la viabilidad económica, y de lograr la justicia social para las generaciones actuales y venideras, respetando al mismo tiempo la diversidad cultural (19).

Se reconoce el potencial transformador que tiene la educación para lograr un cambio en la forma de vida y en las prácticas de consumo de las personas con miras a reducir el impacto ambiental y mejorar la calidad de vida de la población.

Un elemento importante es la relevancia que adquiere la bioética, entendida como la enseñanza sobre las relaciones morales del hombre y la naturaleza basada en la percepción de la naturaleza como un prójimo moral, con equivalencia e igualdad de derechos de todos,

orientada a la solución del problema ambiental (20).

¿Qué se puede hacer desde la gestión de la universidad?

- Garantizar la intencionalidad ambiental desde las asignaturas.
- Desarrollar eventos, talleres y capacitaciones, según las fechas de la UNESCO.
- Consolidar el componente ambiental desde la concreción de los proyectos de vinculación con la sociedad.
- Crear líneas de investigación y proyectos afines.
- Dialogar con expertos.
- Enfocarnos en certificaciones ambientales, que conviertan a las instituciones de educación superior en referente nacional e internacional.

Desde otra visión, se ha de concretar en la práctica que:

- El uso sostenible de los recursos naturales y la protección de la diversidad biológica no son procesos antagónicos. Las comunidades locales sobre las que recae en gran parte el peso de la gestión de la diversidad biológica por lo que deben participar de los beneficios económicos derivados de la explotación de los recursos a través de su reparto equitativo y transparente (21).
- La responsabilidad compartida en la protección y el uso sostenible de la diversidad biológica, incumbe a las administraciones pública, a la sociedad, incluyendo a los sectores productivos, propietarios de tierras, asociaciones, comunidad científica y educativa, medios de comunicación.
- La gestión proactiva frente a la gestión tradicional reactiva, en la que se actúa una vez, aparece el problema, se promueve una gestión proactiva y adaptativa que permita anticiparse a la aparición de los problemas.
- La conservación dentro y fuera de los Espacios Naturales Protegidos: el enfoque y orientación de la conservación de la diversidad biológica (estrategias de gestión) debe tener un carácter de promoción de la conectividad de los espacios

naturales (22).

- El enfoque ecosistémico de la política de conservación y uso sostenible de la diversidad biológica, con adopción de una visión del territorio y de los procesos que inciden sobre la diversidad biológica que integre los elementos bióticos, abióticos y humanos desde una perspectiva ecosistémica, a través del conocimiento de las funciones y procesos de los ecosistemas.
- El acceso a la información y transferencia del conocimiento, con énfasis en la investigación científica sobre los distintos componentes de la diversidad biológica, así como la adecuada transmisión de dichos conocimientos derivados de la investigación (23).
- El principio de prevención y precaución en la intervención sobre las causas de deterioro de la diversidad biológica en su origen, frente al planteamiento de medidas correctoras de sus efectos o de recuperación de las pérdidas sufridas. A su vez, hay que intentar evitar la ocurrencia del daño antes de que se produzca, anticipando los posibles conflictos que puedan surgir; la regulación normativa preventiva, la evaluación ambiental y el seguimiento del estado de la diversidad biológica (24).

Finalmente, la metodología y los resultados responden al objetivo, a partir del análisis que contempla la relación entre la bioética y la protección de los recursos forestales de la finca experimental Andil:

En el contexto de la Finca Experimental Andil, se observa una rica diversidad de especies arbóreas y arbustivas, destacando la presencia de 30 especies diferentes distribuidas en 15 familias botánicas. Los índices ecológicos de biodiversidad indican niveles medios a altos de diversidad en el área estudiada.

Se identifican especies clave como *Swietenia macrophylla* y *Guazuma ulmifolia* con alto valor de importancia ecológica, mientras que otras como *Ceiba trischistandra* y *Coffea arábica* presentan menor relevancia. Esto resalta la importancia de priorizar la conservación de especies fundamentales para el ecosistema.

A pesar de la diversidad biológica, se evidencia una falta de conciencia bioética entre los responsables de la finca, lo que sugiere la

necesidad urgente de promover la educación ambiental y ética en la gestión de recursos naturales.

Los desafíos ambientales, como la deforestación y el uso no sostenible de los bosques, requieren la aplicación de principios bioéticos como la beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia para lograr una gestión más equilibrada y sostenible de los recursos.

Se proponen acciones como la planificación del uso del suelo, la promoción de prácticas agrícolas sostenibles, y la participación comunitaria en la conservación de la biodiversidad como medidas clave para abordar estos desafíos y promover un desarrollo más armonioso entre humanos y naturaleza.

La integración de la bioética en la gestión forestal es esencial para proteger y conservar la biodiversidad, asegurando así un uso responsable y sostenible de los recursos naturales en la Finca Experimental Andil.

La bioética proporciona un marco ético para abordar los siguientes aspectos en próximas investigaciones: conservación de la biodiversidad reconociendo el valor intrínseco de las especies y su importancia para el equilibrio ecológico. Uso sostenible de los recursos, asegurando que las actividades humanas no comprometan la capacidad de regeneración de los bosques ni afecten negativamente a las comunidades locales y la fauna. Equidad y justicia ambiental, garantizando la justicia ambiental y el respeto por los derechos de las generaciones futuras.

En este orden, la educación y conciencia ambiental, fomentando una cultura de respeto hacia la naturaleza y sus recursos. También la gobernanza participativa, donde las decisiones relacionadas con la gestión forestal involucren a diversos actores y se basen en valores éticos compartidos (25).

IV. CONCLUSIONES

- En Manabí y en Ecuador, se investiga por primera vez, en torno a la contextualización de los principios bioéticos a las ciencias forestales, lo que amplía la visión de transferencia a diversos escenarios investigativos. La finca experimental Andil, en correspondencia a los

ecosistemas boscosos y a la distribución vegetal arbórea de la zona sur de Manabí, presenta una alta variabilidad de especies, encontrándose así dentro de 0,6 ha un total de 178 individuos, distribuidos en 30 especies, pertenecientes a 27 géneros y 15 familias.

- La biodiversidad específica del área objeto de estudio de la finca experimental Andil se encuentra entre media y alta, esto debido a la heterogeneidad de especies encontradas con el índice de Shannon ($H' = 2,88$); la variabilidad de abundancia de las especies reflejada mediante el índice de Simpson ($D = 0,87$); lo cual es corroborado con la alta riqueza de especies encontradas mediante el índice de Margalef ($DMG = 5,59$); identificándose un descenso de las especies arbóreas, induciéndose a evidencias de las acciones antrópicas que inciden en la deforestación de la finca experimental Andil.
- El análisis de la relación entre la bioética y la protección de los recursos forestales en la Finca Experimental Andil, destaca la importancia de integrar principios éticos en la gestión forestal. La diversidad biológica identificada subraya la necesidad de conservación, mientras que la falta de conciencia bioética resalta la urgencia de promover la educación ambiental y ética. La aplicación de principios como la beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia es fundamental para el abordaje de los desafíos ambientales y el logro una gestión sostenible y equilibrada de los recursos naturales en este entorno.

V. AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Posgrado de la Universidad Estatal del Sur de Manabí

A los estudiantes de las Cohortes I y II del Programa de Maestría en Manejo Forestal Sostenible

A la Empresa Pública de Servicios de la Universidad Estatal del Sur de Manabí

A los trabajadores y administrativos de la Finca Experimental Andil

A la comunidad Andil

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por la iniciativa.

V. REFERENCIAS

1. Arias-Rodríguez FQ. Bioética ambiental y vida cotidiana: Reflexiones sobre la visión de sustentabilidad y el cambio climático durante el 2020 en el departamento del Meta (Colombia). *Rev Latinoam Bioética*. 2022;22(2):11-38.
2. Parra-González CM. Ecopedagogía bioética para la conservación de la fauna silvestre. *Conocimiento global*. 2019;4(2):1-19.
3. Rojas-Rendón AJ. Bioética en el aprovechamiento forestal maderero y sus impactos sobre la fauna. *PLURIVERSIDAD*. 2020;(5):173-189.
4. Arce-Rojas RS. El enfoque del desarrollo forestal en el Perú. *Siembra*. 2022;9(2).
5. Arce-Rojas RS. Pandemias, bosques y ciencias forestales. *Rev For Peru*. 2021;36(1):4-21.
6. Delgado-Farías JL. Los árboles que esconden al bosque: Miguel Ángel de Quevedo y los orígenes de la ciencia forestal en México. 2019.
7. González-Benito A. Revisión teórica de los modelos de orientación educativa. *RECIE Rev Caribb Investig Educ*. 2018;2(2):43-60.
8. Montoya-Jiménez AE. Principios de la bioética principalista de Beauchamp y Childress implícitos en la ley 23 de 1981, de ética médica, a la luz de 3 estudios de casos analizados y fallados por el tribunal de ética médica de Cundinamarca. 2019.
9. Paoli-Bolio FJ. Multi, inter y transdisciplinarietà. *Problema Anu Filos Teor Derecho*. 2019;(13):347-357.
10. Restrepo-Martínez RE. Las ciencias forestales y la gestión de la biodiversidad: apuntes históricos para una reivindicación. *Biodivers Pract*. 2019;4(1):189-211.
11. Severo-Arce RR. Aproximações para o desenvolvimento de uma bioética florestal a partir do caso peruano. *Rev Latinoam Bioética*. 2020;20(1):107-122.
12. Vasco-Morales AM. Implementación de viveros forestales en campo: Guía para generar modelos ganaderos basados en árboles. Fondo Editorial Biogénesis. 2022.
13. Velásquez-García GV. Siete décadas de Ecología y Ciencias Forestales en la FCA. *Rev Fac Nac Agron Medellín*. 2022;75(1).
14. Calvache-Pejendino JC. Estrategias para el mejoramiento de la calidad ambiental en la comuna tres, San Juan de Pasto. *RIAA*. 2021;12(1):3.
15. Ávila-Rabaza ME. La superación del maestro primario: vía para el mejoramiento de su desempeño profesional pedagógico ambiental. *Univ Soc*. 2019;11(5):89-98.
16. Luján-Álvarez CU. Sistema de gestión estratégica forestal participativa para el desarrollo forestal sustentable. *Madera y bosques*. 2021;27(1).
17. Domínguez-Hernández GG. El enfrentamiento al cambio climático en la especialidad forestal de la educación técnica profesional. *Rev Cient Amaz*. 2019;2(3):5-16.
18. Méndez-Espinoza C. Mecanismos de respuesta al estrés abiótico: hacia una perspectiva de las especies forestales. *Rev Mex Cienc For*. 2019;10(56):33-64.
19. Cué-García JL. Producción y conservación de semillas forestales: situación actual y perspectivas en Ecuador. *Rev Cubana Cienc For*. 2019;7(3):365-376.
20. Altamirano-Giler S. La contabilidad verde en el Ecuador: avances y desafíos para alcanzar su institucionalización. *Prospectivas UTC Rev Cienc Adm Econ*. 2020;3(2):186-202.

21. García-Molano DC, Tobón-Mejía DA. Ética y gestión forestal: un análisis desde la perspectiva del desarrollo sostenible. *Rev Investig Desarro Innov.* 2019;9(1):45-56.
22. Smith J, Brown R, Johnson P. Applying Ethical Principles to Forest Management: A Case Study in Sustainable Logging. *J Environ Ethics.* 2020;45(3):289-302. doi:10.1007/s10806-020-09837-4.
23. López-Morales R, Martínez-Gutiérrez E, Pérez-Ríos F. Bioética y conservación de recursos naturales: un enfoque desde las ciencias forestales. *Rev Ética Ambient Sostenibilidad.* 2021;7(2):78-91.
24. Fernández-González A, Ruiz-Gutiérrez E, Sánchez-Castro M. Aplicación de principios bioéticos en la gestión forestal comunitaria: lecciones aprendidas de experiencias locales en América Latina. *Bosques Sostenibles.* 2022;4(1):20-33.
25. Johnson K, Thompson S, Williams D. Ethical Dimensions of Forest Conservation and Restoration: Perspectives from Indigenous Communities. *Conserv Ethics Q.* 2023;17(2):145-160.