

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias de la Vida

Análisis comparativo de la estructura vegetal entre parcelas de reforestación y de regeneración natural en un bosque semideciduo en Manabí.

PROYECTO INTEGRADOR

Previo a la obtención del título de:

BIÓLOGO

Autores

Amarú Ramon Salcedo
Carlos Enrique Corral Saltos

Tutor

Andrea Reyes MSc.

GUAYAQUIL-ECUADOR

Año 2022

DEDICATORIA

Amarú Ramón: Dedico este trabajo a mi mamá Lorena, a mi papá Diego y a todas las personas que amo profundamente y quienes me ayudaron, ayudan y ayudarán constantemente.

Carlos Corral: Dedico este trabajo a mis padres, al resto de mi familia, y a mis amigos por su apoyo emocional durante la realización de este proyecto.

Contenido

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTOS.....	4
RESUMEN.....	7
<i>Abstract</i>	8
CAPÍTULO 1	9
1. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1 Descripción del problema.....	9
1.2 Justificación	10
1.3 Objetivos	10
1.3.1 Objetivo general	10
1.3.2 Objetivos específicos.....	10
1.4 Marco teórico.....	10
CAPÍTULO 2	12
2. METODOLOGÍA.....	12
CAPÍTULO 3	14
3. RESULTADOS.....	14
3.1 Estructura vegetal.....	14
3.2 Biodiversidad.....	24
3.3 Análisis de resultados y Discusión	29
CAPÍTULO 4	33
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33
4.1 Conclusiones.....	33
4.2 Recomendaciones.....	34
Anexos	35
BIBLIOGRAFÍA.....	37

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a Arbofino y Bosquefino por su disposición e interés por el desarrollo del proyecto, a Crowther Lab y GEN en especial a Fidel Chiriboga Ph.D. por su acompañamiento constante, por permitirnos usar el protocolo de campo y por permitirnos colaborar con ellos.

Agradecemos a cada uno de los trabajadores de Arbofino por su acompañamiento en campo, y por su gran predisposición por ayudarnos a cumplir distintas actividades.

Agradecemos a Paolo Piedrahita y Andrea Reyes por su guía y ayuda en la realización del proyecto

Finalmente, agradecemos a nuestras familias y amigos por su apoyo

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Amarú Ramón Salcedo* y *Carlos Corral Santos* y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Amarú Ramón



Carlos Corral

EVALUADORES

Diego Gallardo Polit

Andrea Reyes Chejin

RESUMEN

La biorregión del Chocó es uno de los 17 hotspots de mayor biodiversidad, sin embargo, sufre un alto nivel de deforestación debido al cambio de uso de suelo por actividades antropogénicas. En el cantón Pichincha, en Ecuador, la empresa Arbofino desde algunos años ha desarrollado actividades de reforestación y producción sustentable, pero desconocen cómo varía la estructura y diversidad vegetales en los sitios reforestados. Para esto se implementó un protocolo de campo en 2 parcelas de regeneración natural y 2 de reforestación, cada una con distinta antigüedad; calculando canopy y cobertura vegetal usando aplicaciones de celular, porcentajes de vegetación leñosa, no leñosa, pasto, restos leñosos y hojarasca con un método visual simple. Se encontraron diferencias significativas en canopy, cobertura vegetal, vegetación leñosa y pasto; además colectamos e identificamos muestras de cada parcela, hallándose 70 especies diferentes. Finalmente, se hicieron índices de abundancia y diversidad, siendo los sitios de regeneración los más diversos.

Palabras clave: Chocó, cambio de uso de suelo, reforestación, regeneración natural, estructura vegetal, canopy, cobertura vegetal, diversidad.

Abstract

The Chocó bioregion is one of the 17 hotspots due to its high biodiversity, however, it suffers from high deforestation due to land use change because of anthropogenic activities. In the Pichincha canton, in Ecuador, the company Arbofino company has been developing reforestation and sustainable production activities for some years, but they do not know how the plant structure and plant diversity vary in the reforested sites, so we implemented a field protocol in 2 plots of natural regeneration and 2 of reforestation, each one with different antiquity; calculating canopy and vegetation cover using cell applications and woody and non-woody vegetation, grass, woody remains and litter with a simple visual method, finding significant differences in canopy, vegetation cover, woody vegetation and grass. In addition, we collected and identified samples from each plot, finding 70 species; indices of abundance and diversity were also made, with the regeneration sites being the most diverse.

Keywords: *Chocó, land use change, reforestation, natural regeneration, plant structure, canopy, plant cover, diversity.*

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La biorregión del Chocó cuenta con una extensión de 187,400 km cuadrados, extendiéndose desde Panamá hasta la zona litoral del Ecuador, limitada hacia el este por la Cordillera de los Andes. Esta región es considerada un hotspot debido a su alto nivel de biodiversidad relativo al área geográfica ocupada. En el Ecuador la región del Chocó comprende principalmente bosques secos pluviales estacionales, cubriendo alrededor de 35% del territorio del país, con una alta diversidad tanto de especies vegetales como de fauna, de especies tanto nativas como endémicas (Mendoza, 2012). Sin embargo, este es uno de los ecosistemas más amenazados del país, habiendo registrado una deforestación promedio de 250 km cuadrados anuales en un período de 10 años (Echeverry, Harper, 2009), además de pérdida de individuos de varias especies nativas de animales. Como resultado de estas actividades antropogénicas, se han perdido alrededor de tres cuartos del área original de bosque, quedando remanentes fragmentados que no son suficientes para abastecer el alto nivel de biodiversidad.

Arbofino es una empresa de origen suizo con empresas subsidiarias en Ecuador. Esta empresa se especializa en tres actividades principales: plantación sustentable de teca, conservación y reforestación de bosques naturales, y producción de cacao orgánico. La empresa Arbofino ha logrado establecer 124 hectáreas de áreas protegidas, y han hecho uso de 29,665 individuos de especies de árboles nativos para la reforestación, con un constante monitoreo y mantenimiento de estas áreas (Arbofino, s.f.). Arbofino se encuentra localizado en la provincia de Manabí en el cantón Pichincha, dividido en 4 fincas (Tortuga, Perezosa, Armadillo, Guatusa) y una reserva (Ceiba). Como parte de las actividades que realizan para la conservación, requieren obtener datos respecto a las diferencias entre los bosques que son producto de regeneración natural y los bosques que son resultado de reforestación mediada por el hombre y cómo su estructura y cobertura vegetal van evolucionando a lo largo de los años, para una mejor comprensión de estos procesos y a futuro mejorar las prácticas de siembra y manejo de las áreas reforestadas, por lo que actualmente se encuentra en desarrollo un protocolo de muestreo de vegetación, el cual proporcionó la metodología usada en la fase de campo de este proyecto, para ser probada en el estudio de regeneración natural vs reforestación.

1.1 Descripción del problema

Periódicamente agencias gubernamentales y del sector privado invierten recursos en programas de reforestación, sin tomar en cuenta criterios técnicos como la composición de especies y sus desarrollos vegetativos correspondientes. Esto resulta en proyectos de reforestación menos efectivos, altos costos y un desconocimiento en la forma en que variarán los lugares reforestados. Además, se desconoce sobre los procesos fenológicos por los cuales el bosque adquiere su estructura vegetal conforme pasan los años. Este trabajo busca contribuir con información de la estructura y diversidad de bosques en regeneración y reforestación.

1.2 Justificación

Este proyecto se llevó a cabo para ayudar a la empresa Arbofino a obtener información respecto a las diferencias en desarrollo de bosques de regeneración natural y producto de reforestación, para así contribuir al perfeccionamiento del protocolo de muestreo de vegetación y que este sirva para los futuros proyectos de conservación en el cantón Pichincha, y en un futuro, otras partes del país. Además, el proyecto contribuyó a tener un registro de las plantas herbáceas y arbóreas que se encontraron en el área de estudio. Este proyecto es una solución verde para el cambio climático y corresponde a los ODS 13 (acción por el clima) y 15 (vida de los ecosistemas terrestres).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Evaluar el proceso de restauración de áreas reforestadas y de regeneración natural mediante el análisis de la estructura y diversidad vegetal para la conservación de un bosque seco semideciduo en Manabí.

1.3.2 Objetivos específicos

- Comparar el cambio de la estructura del bosque de áreas reforestadas y de regeneración natural por medio del análisis de cuadrantes vegetales en el periodo de seis años.
- Analizar la diversidad vegetal de un bosque en recuperación mediante la creación de una colección de plantas.

1.4 Marco teórico

De acuerdo con la definición de la enciclopedia Britannica, los hotspots de diversidad son regiones del planeta que cuentan con grandes porcentajes de biodiversidad en flora y fauna, pero de reducido tamaño, teniendo que haber perdido el 70% de cobertura vegetal original, haciéndolas particularmente vulnerables a acciones antropogénicas (Pimm, 2022). La biorregión del Chocó posee alrededor de un 80% de endemismo regional, conformado principalmente por bosques secos pluviales estacionales. En la costa ecuatoriana esta región es una con los niveles de riesgo más altos de pérdida, las causas de esta problemática son la tala de árboles para la obtención de madera, la apertura de terrenos para actividades agropecuarias, y la introducción de especies para consumo humano, como especies de granja o plantas frutales, o para alimentación del ganado, como el pasto *Panicum Maximum* (Arbofino, s.f.). Debido a la extensiva actividad antropogénica, la región del Chocó ecuatoriana se ha visto reducida a parches remanentes de bosque de distinto tamaño, dificultando el paso de especies animales y la recuperación natural del bosque,

además de una pérdida de los servicios ambientales provistos por el ecosistema (Echeverry, Harper, 2009).

En un estudio realizado en el Corredor de conservación Chocó-Manabí se usaron imágenes satelitales para determinar el cambio en un período de 10 años de diversos parches de bosque. Los resultados obtenidos revelaron que los parches individuales sufrieron pérdidas de un 2.5% de cobertura boscosa, adicionalmente aumentó el número de parches registrados y disminuyó el tamaño promedio de los mismos, indicando que los procesos de fragmentación durante el período de 10 años fueron continuos y causaron aún más división de los remanentes de bosque (Echeverri, Harper, 2009).

Cuando la empresa Arbofino llegó al Ecuador, adquirió terrenos que se vieron afectados por la deforestación, y también terrenos de bosque en proceso de regeneración natural. Los bosques remanentes se han dejado en su mayoría sin alteración, por otro lado, varias hectáreas del terreno fueron destinadas a la reforestación haciendo uso de plantas nativas. Haciendo uso del protocolo de muestreo de vegetación en cuatro parcelas seleccionadas en los diferentes tipos de bosque, se busca obtener información respecto a las diferencias en estructura de bosque y cubierta vegetal entre ambos, además, observar los cambios que hay en un período de 4 años en los mismos, así obtener información de ayuda para poder replicar la metodología en otras parcelas en las diferentes fincas pertenecientes a la empresa. Gracias a estudios similares realizados en otros países, tales como Australia y Columbia Británica, se pueden esperar determinadas diferencias entre ambos tipos de bosque. Los bosques producto de la reforestación tienen una distribución menos aleatoria de las especies arbóreas, por más azar que se quiera realizar la plantación, es difícil emular los procesos naturales de expansión de semillas que poseen las plantas (Kanowski, Caterall, et al., 2003; Holl, Reid, et al, 2018). Los bosques de regeneración natural en Arbofino tienen varios años en proceso de recuperación, por lo que va a haber un mayor desarrollo de las relaciones intra y extra específicas de las especies en el ecosistema, además de un crecimiento mayor de las especies arbóreas (Watson, Evans, Et al., 2018). Los bosques antiguos también poseen mayor desarrollo en la ramificación y densidad de estos, por lo que se limita el crecimiento de especies más pequeñas, por lo que se suele observar una mayor cantidad de plántulas, pasto y especies pioneras, en áreas de bosque que han sido deforestadas y luego se tratan de recuperar.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Primero, se seleccionaron 4 lugares en Arbofino, 2 de ellos de reforestación y 2 de regeneración natural. Los de reforestación pertenecen a la finca ceiba (siembra del 2020) y a la finca armadillo (siembra del 2017), mientras que los sitios de regeneración pertenecen a la finca armadillo (tiene 15 años aproximadamente en proceso de regeneración natural) y perezosa (posee entre 15 y 25 años en proceso de regeneración natural).

En cada uno de estos cuatro sitios se estableció una parcela de 32x32 metros, se usó brújula y cinta métrica para mayor precisión, además se registró cada uno de los puntos en el GPS.

Luego, en cada uno de los transectos se establecieron 4 transectos de banda de 2 x 10 metros de tal forma que no se intercepten, cabe recalcar que en total 2 fueron verticales y 2 horizontales. Es importante mencionar que para que sea aleatoria la ubicación de los transectos se usó un código de Python, dicho código es matricial y mediante los ceros y unos indica la posición en la que se debe ubicar los transectos.

Nuestra investigación puede ser dividida en dos componentes: el muestreo de diversidad de flora y de vegetación leñosa y el de la estructura vegetal.

Para el muestreo de diversidad de flora se siguieron los siguientes pasos:

1. Se recorrió cada uno de los transectos de banda, recolectando muestras de cada especie de arbusto, árbol, liana, arbolito y palmera. Se registró cada espécimen con un código único, así mismo se subió a la aplicación iNaturalist fotos de las especies. Además, se midió la altura con cinta métrica o hipsómetro y el diámetro a 1,3 metros de la planta; en el cuaderno de campo se señaló la presencia de flores o frutos.
2. Cada una de las muestras fueron procesadas, para esto se siguieron las indicaciones del Herbario de la Universidad de Florida (Flas) y posteriormente secadas en una secadora especializada.



Imagen 2.1: Secadora de plantas

3. Una vez que las muestras estuvieron secas, se montaron en cartulinas tamaño A3, para esto se siguieron las reglas del Flas y del jardín botánico de Missouri.
4. Finalmente, se compararon las muestras con la información de bases de datos como the plantlist, trópicos, jardín botánico de Kew y libros como “Plantas útiles del litoral ecuatoriano” y “Flora of Jauneche” para identificar las especies.

Por otro lado, para el muestreo de estructura vegetal se siguieron los siguientes pasos:

1. Se identificó una de las esquinas de cada uno de los transectos de banda, se colocó un cuadrante de 1x1 metros y se tomaron 10 medidas en cada uno.
2. Para la cobertura de dosel se usaron las aplicaciones canopeo y canopy cover free; aquí se tomó una foto en cada uno de los lados del cuadrante y se registraron los 4 porcentajes.
3. En cada uno de los transectos se cuantificó la cobertura del suelo. Para esto se hizo una estimación del porcentaje de cobertura de pasto, vegetación leñosa, vegetación no leñosa, hojarasca, restos leñosos, suelo descubierto y especies invasoras. Se caracterizó usando las siguientes categorías: 1 para 0%, 2 para coberturas menores a 5% con pocos individuos, 3 entre 5 y 25%, 4 para coberturas comprendidas entre 25 y 50%, 5 entre 50 y 75% y 6 entre 75 y 100%
4. Finalmente, se procesa esta información mediante índices de biodiversidad con la ayuda de programas como Past y de pruebas paramétricas y no paramétricas como t student y Kruskal Wallis.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

3.1 Estructura vegetal

Para el análisis de la cobertura vegetal en las áreas de estudio se usó la aplicación Canopy Cover Free. Se recorrió cada uno de los transectos de banda, tomando cuatro fotos del suelo en cada uno de los 10 metros, con la cámara a una altura aproximada de 1 metro de distancia con el suelo, una en cada lado del cuadrante, para así obtener los porcentajes de cobertura y promediarlos, contando con un porcentaje por cuadrante.

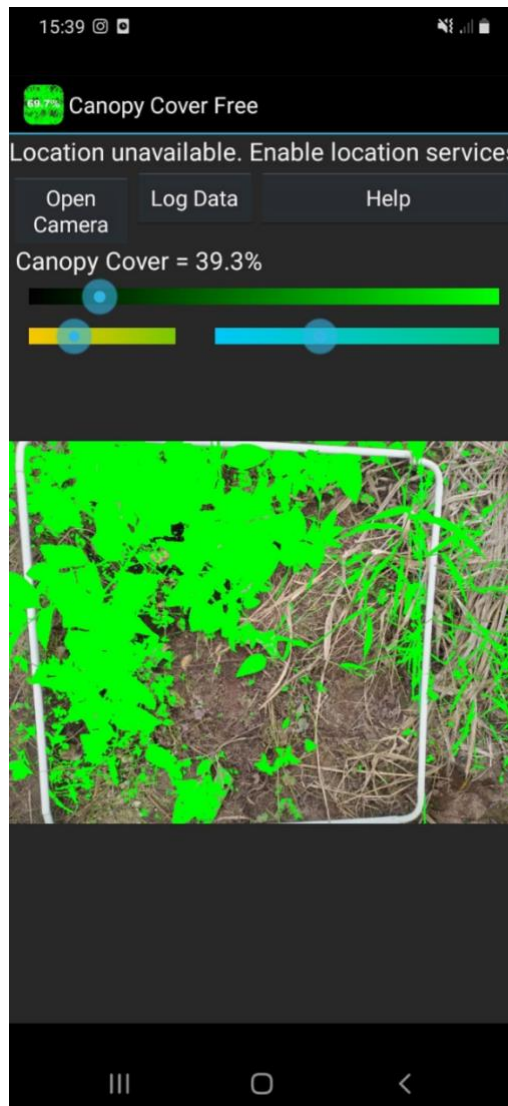


Imagen 3.2: Captura de pantalla de la aplicación usada para medición de cobertura vegetal

Los porcentajes de cobertura vegetal en la parcela de reforestación 2020, se encuentran en promedio entre el 55% y el 30%, con una mediana alrededor del 48% y valores extremos de 79% y 12%. Los resultados obtenidos en la parcela de regeneración en la finca Perezosa se encuentran entre el 20% y el 8%, con una mediana de 15% aproximadamente, y valores extremos de 33% y 5%, con dos valores atípicos registrados. En la parcela de reforestación 2017 los porcentajes obtenidos se encuentran en promedio entre el 37% y el 9%, con una mediana de 22%, y valores extremos de 59% y 0. Finalmente, en la parcela de regeneración en la finca Armadillo, los porcentajes se encuentran entre el 18% y 6%, con valores extremos de 30% y 3%, con un valor atípico registrado.

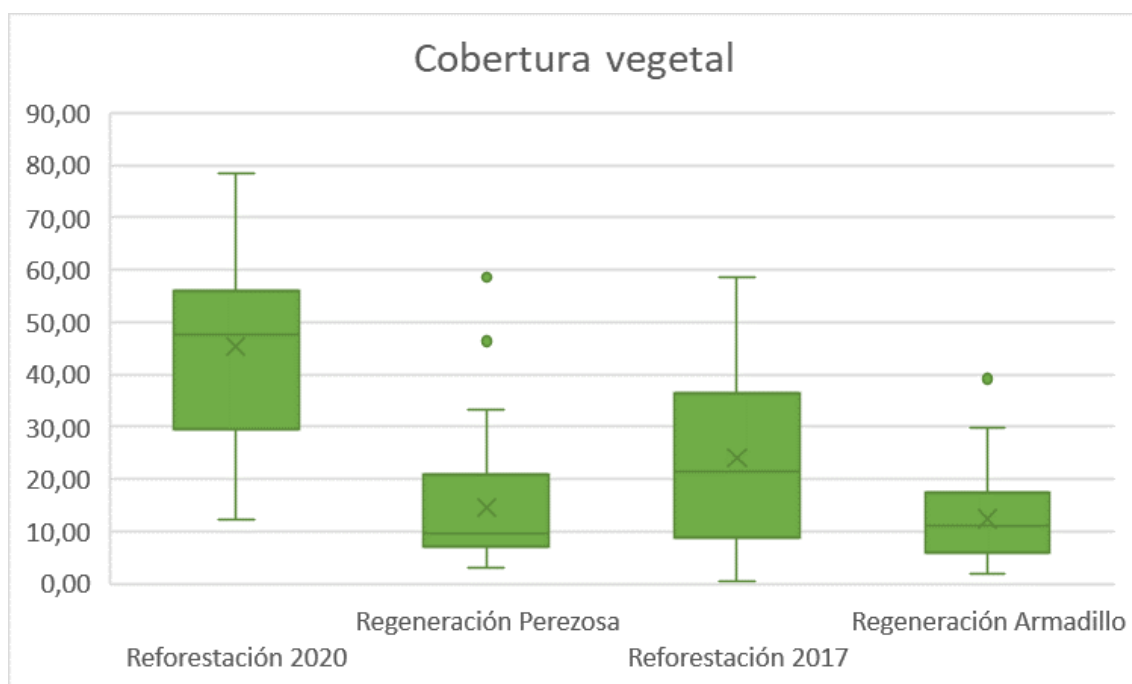


Figura 3.1 Análisis estadístico de cobertura vegetal

También se llevó a cabo la prueba t student que compara medias, encontrando los siguientes resultados:

Tabla 3.1: T student en sitios de muestreo

Tipo de comparación	F	t	Uneq. var. t	p (same var.)	p (same mean)	p (same mean)
Sitios de reforestación	11.772	-6.285	-6.285	0.61297	1.74E-04	1.78E-04
Reforestación 2 años y regeneración 15 años	44.728	-10.17	-10.17	8.37E-02	5.95E-12	2.68E-10
Reforestación 5 años y regeneración 15 años	37.996	-26.087	-26.087	6.27E-01	0.01089	0.011532

Reforestación 2 años y regeneración 15-25 años	28.108	-35.689	-35.689	0	4.51E-46	6.37E-30
Reforestación 5 años y regeneración 15-25 años	18.598	19.083	19.083	0.056126	0.060038	0.060372
Sitios de regeneración	2.043	0.62816	-0.62816	0.028252	0.53174	0.53195

La toma de datos del canopy se realizó de forma similar, pero con la aplicación Canopy capture. Se recorrió los transectos de banda en cada una de las parcelas, tomando cuatro fotos en cada cuadrante de 1m a lo largo de la misma, pero con la cámara apuntando hacia el cielo, para así obtener 4 valores por cuadrante, los cuales fueron promediados.

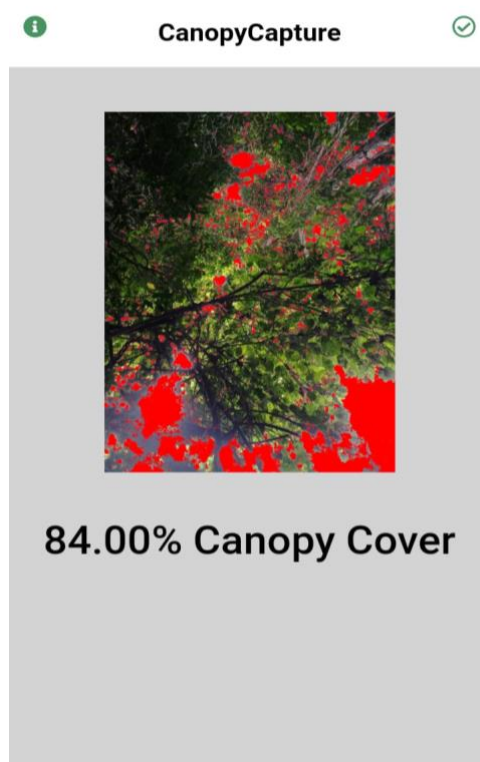


Imagen 2.3: Captura de pantalla de la aplicación usada para medición de canopy

Los porcentajes de canopy obtenidos en la parcela de reforestación 2020, se encuentran principalmente entre el 85% y 8%, con valores extremos de 91% y 0 y una mediana de 48%. En la parcela de regeneración en la finca Perezosa, los porcentajes se encuentran entre 93% y 88%, con valores extremos de 94% y 84% y una mediana de 89%. Los porcentajes obtenidos en la parcela de reforestación 2017 promedian entre 82% y 47%, con una mediana de 62% y valores extremos de 94% y 5%. Finalmente, en la parcela de regeneración de la finca Armadillo, los valores se encuentran entre 91% y 89%, con una mediana de 90% y valores extremos de 95% y 86%, con un valor atípico registrado.

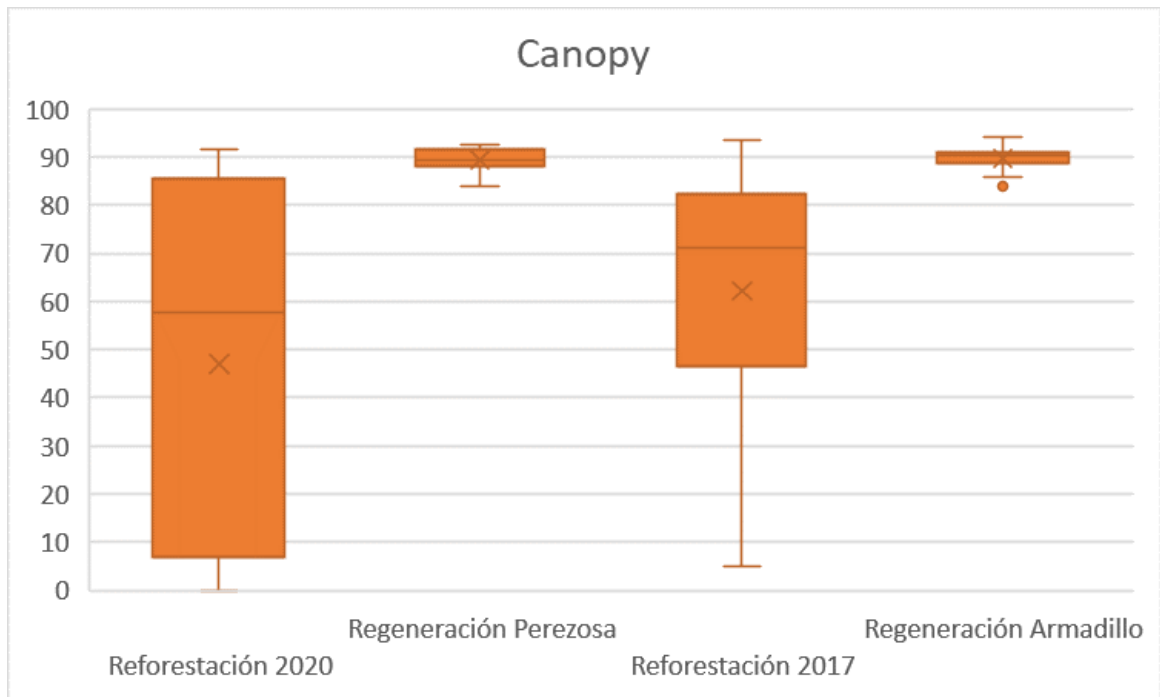


Figura 3.1: Análisis estadístico de canopy

Así mismo, se hizo la prueba de t Student hallándose los siguientes resultados:

Tabla 3.2: t student canopy

Tipo de comparación	F	t	Uneq. var. t	p (same var.)	p (same mean)	p (same mean)
Sitios de reforestación	20.116	-3.858	-38.245	0.033375	0.00023792	0.00029256
Reforestación 2 años y regeneración 15 años	223.88	-11.214	-10.929	0	8.86E-14	3.46E-09
Reforestación 5 años y regeneración 15 años	111.29	-91.431	-91.431	0	5.70E-10	2.57E-07
Reforestación 2 años y regeneración 15-25 años	272.75	-11.169	-10.885	0	1.07E-13	3.96E-09
Reforestación 5 años y regeneración 15-25 años	135.59	-90.805	-90.805	0	7.53E-10	3.19E-07
Sitios de regeneración	12.183	0.54806	-0.54806	0.54049	0.58522	0.58523

Los valores de cobertura de suelo del pasto en la parcela de reforestación 2020 y la parcela de reforestación 2017 fueron los mismos, estos se encuentran entre 3 y 2, con valores extremos 4 y 1, y un valor atípico registrado en la parcela 2020. En la parcela de regeneración en la finca Perezosa, todos los valores obtenidos fueron de 1, al igual que en la parcela de regeneración de la finca Armadillo.

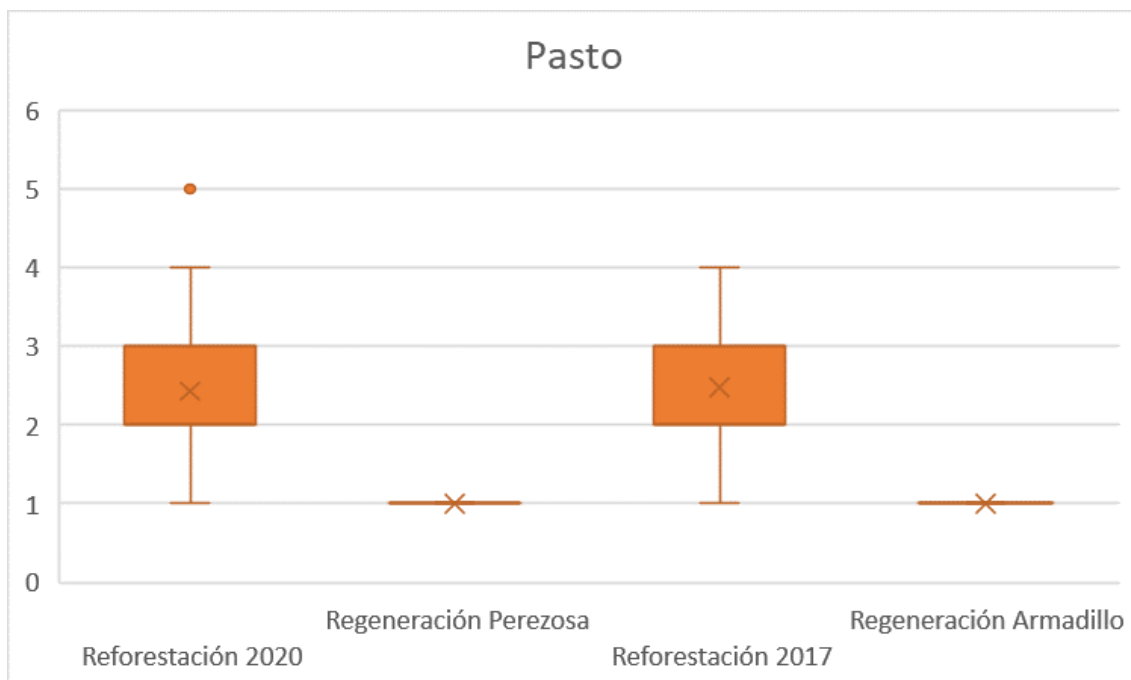


Figura 2.3: Análisis estadístico de la presencia de pasto

Mientras que el resumen de los valores al hacer la prueba Kruskal-Wallis es la siguiente

Tabla 3.3: Kruskal Wallis para Pasto

Tipo de comparación	Valor H	Nota
Todos los sitios	91,3398	
Regeneración perezosa y mirador y reforestación 2020	60,7438	
Regeneración perezosa y mirador y reforestación 2017	60,7438	
Regeneración mirador y reforestación 2017 y 2020	60,8067	
Ambos sitios de reforestación	0,1408	Valor p es 0.70745. Resultado no significativo para $p < .05$.
Reforestación 2020 y regeneración mirador	45,3704	
Reforestación 2020 y regeneración perezosa	45,3704	
Reforestación 2017 y regeneración mirador	45,3704	
Reforestación 2017 y regeneración perezosa	45,3704	

Ambos sitios de regeneración	0
------------------------------	---

Los valores de cobertura por vegetación no leñosa en la parcela de reforestación 2020 se encuentran entre 4 y 3, con valores extremos de 5 y 2. En la parcela de regeneración de Perezosa los valores obtenidos se encontraban principalmente en el rango de 3 a 2, con valores extremos de 4 y 1. Para la parcela de reforestación 2017 solo se obtuvieron valores de 2, con tres valores atípicos registrados. Finalmente, en la parcela de regeneración de Armadillo, los valores se encuentran entre 1 y 2, con un valor extremo superior de 3.

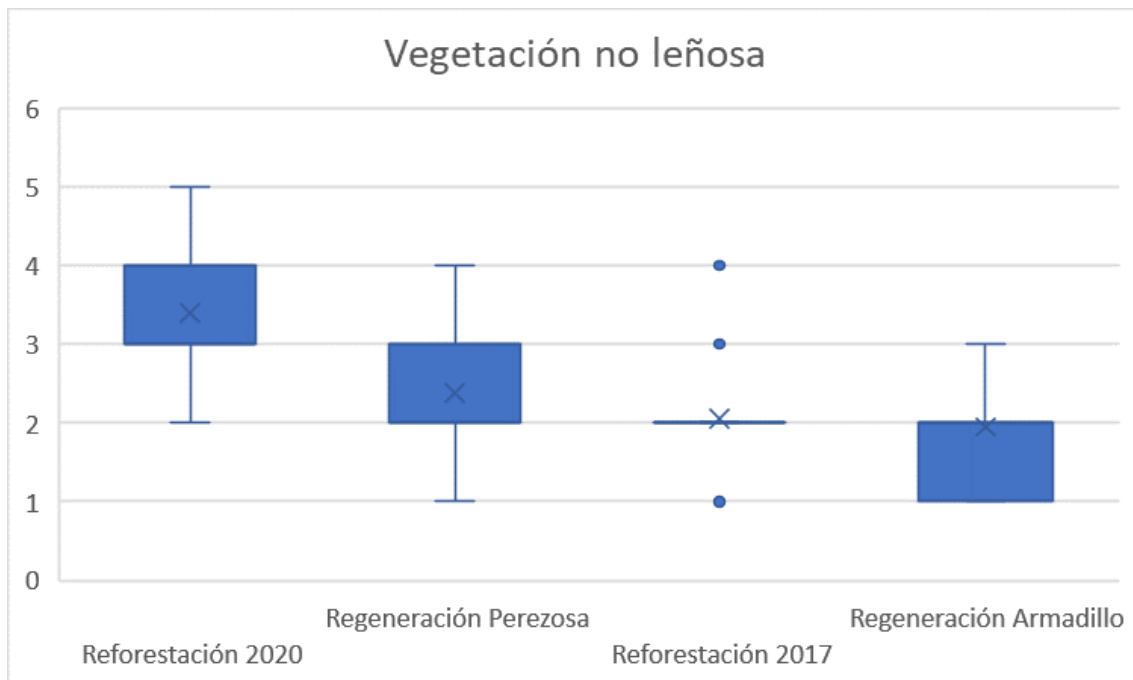


Figura 3.4: Análisis estadístico de la presencia de vegetación no leñosa

Así mismo, se hizo Kruskal Wallis para vegetación no leñosa. Esta prueba no paramétrica contó con un nivel de significancia del 95%, 3 grados de libertad y una región de rechazo del chi cuadrado de $X^2 > 0.352$. Obteniendo los siguientes resultados

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \left(\frac{R_1^2}{n_1} + \frac{R_2^2}{n_2} + \dots + \frac{R_k^2}{n_k} \right) - 3((N+1))$$

$$H = \frac{12}{160(160+1)} \left(\frac{2337.5^2}{40} + \frac{2484^2}{40} + \frac{4903.5^2}{40} + \frac{3155^2}{40} \right) - 3(160+1) = 48.434$$

En resumen, se hallaron los siguientes resultados luego de realizar las pruebas correspondientes

Tabla 3.4: Pueba Kruskal Wallis para vegetación no leñosa

Tipo de comparación	H	Notas
Ambos sitios de regeneración	4,8769	
Regeneración perezosa y mirador y reforestación 2020	40,9591	
Regeneración perezosa y mirador y reforestación 2017	5,706	Valor p es 0,05767. Resultado no significativo para $p < .05$.
Regeneración mirador y reforestación 2017 y 2020	44,38	
Ambos sitios de reforestación	31,5793	
Reforestación 2020 y regeneración mirador	34,5668	
Reforestación 2020 y regeneración perezosa	22,0956	
Reforestación 2017 y regeneración mirador	0,1633	Valor p es 0,68611. Resultado no significativo para $p < .05$.
Reforestación 2017 y regeneración perezosa	3,4848	Valor p es 0,06193. Resultado no significativo para $p < .05$.

Los datos obtenidos para la cobertura de vegetación leñosa en ambas parcelas de reforestación fueron de 1, también registrándose en ambos dos valores atípicos. Los datos obtenidos en las parcelas de regeneración también fueron similares, registrándose en ambas un promedio entre 2 y 1, con valor extremo superior de 3, pero en la parcela de la finca Armadillo se registraron 2 valores atípicos.

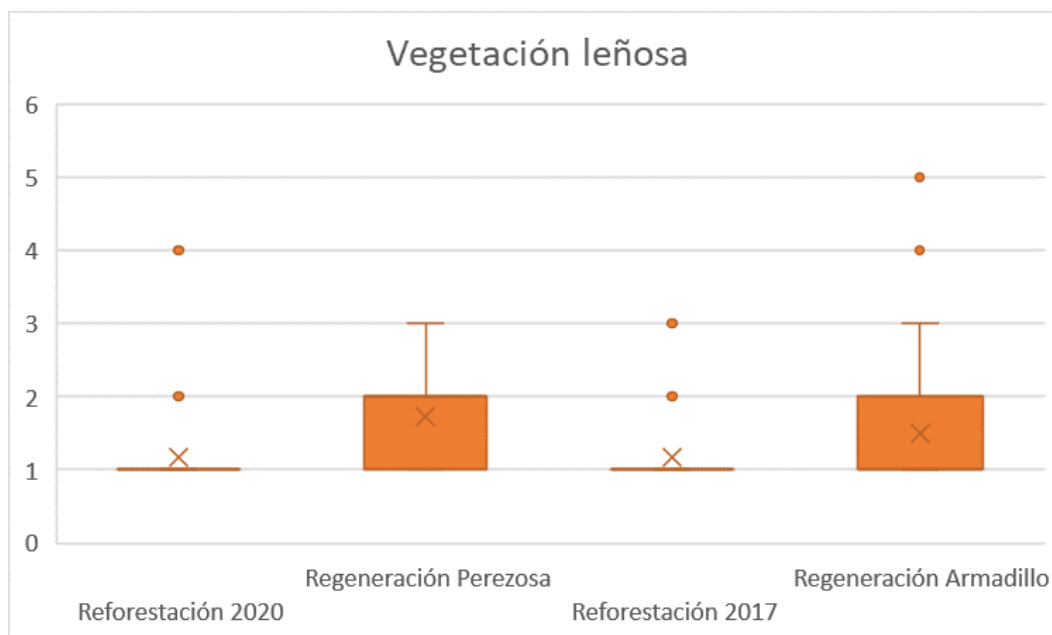


Figura 3.3 Análisis estadístico de presencia de vegetación leñosa

Al igual que con los otros datos, se realizó Kruskal Wallis, con el mismo nivel de significancia, grados de libertad y región de rechazo. Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 3.5: Resultados Kruskal Wallis vegetación leñosa

Tipo de comparación	Valor H	Nota
Todos los sitios	12,4948	
Regeneración perezosa y mirador y reforestación 2020	9,6029	
Regeneración perezosa y mirador y reforestación 2017	8,812	
Regeneración mirador y reforestación 2017 y 2020	2,3153	P valor es 0,31425. El resultado no es significativo para $p < .05$.
Ambos sitios de reforestación	0,0334	Valor p es 0,85493, el resultado no es significativo para $p < ,05$,
Reforestación 2020 y regeneración mirador	1,92	El valor p es 0,16586. El resultado no es significativo para $p < ,05$,
Reforestación 2020 y regeneración perezosa	9,72	
Reforestación 2017 y regeneración mirador	1,5052	El valor p es 0,21987. Resultado no significativo para $p < ,05$,
Reforestación 2017 y regeneración perezosa	8,9556	
Ambos sitios de regeneración	2,7075	Valor p es 0 ,09988. Resultado no significativo para $p < ,05$

Los datos obtenidos de cobertura de hojarasca en la parcela de reforestación 2020 están entre 3 y 2, con un valor extremo superior de 4, y un valor atípico registrado. En la parcela de regeneración de Perezosa los valores se encuentran entre 2.2 y 3, con valores extremos de 4 y 2. Los datos obtenidos en las parcelas de reforestación 2017 y regeneración Armadillo fueron similares, ambos encontrándose entre 4 y 3, con valores extremos de 5 y 2.

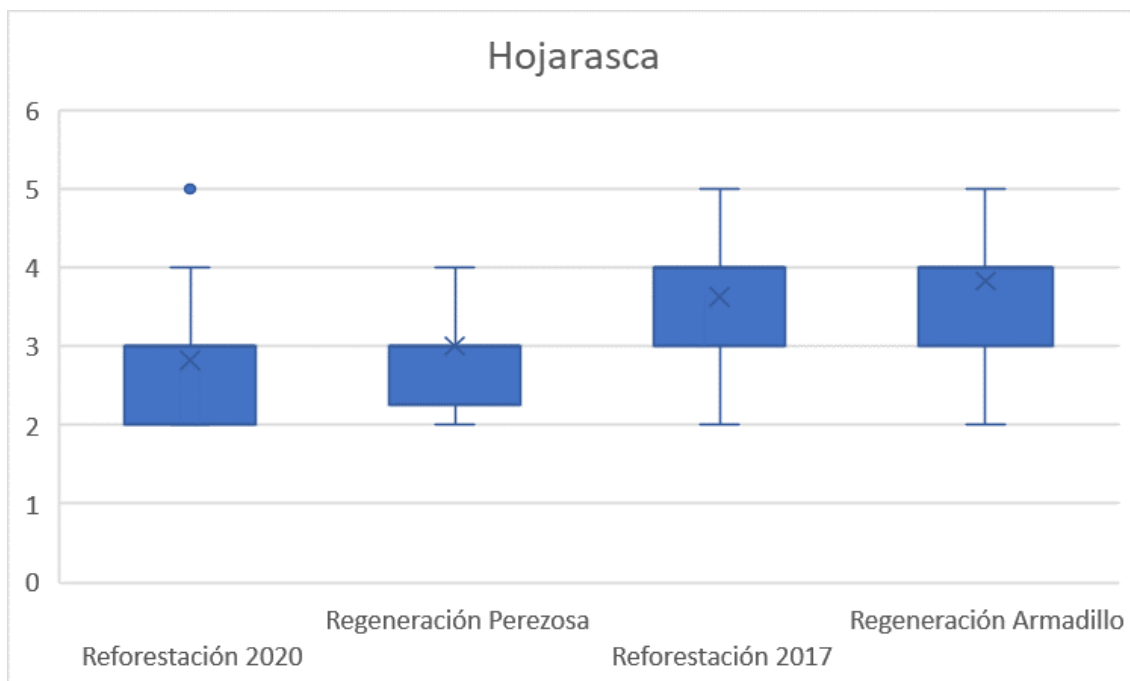


Figura 3.4 Análisis estadístico de presencia de hojarasca

Los resultados de la prueba no paramétrica fueron los siguientes:

Tabla 3.6: Kruskal Wallis para hojarasca

Tipo de comparación	Valor H	Notas
Todos los sitios	29,9387	
Regeneración perezosa y mirador y reforestación 2020	24,1803	
Regeneración perezosa y mirador y reforestación 2017	17,4537	
Regeneración mirador y reforestación 2017 y 2020	22,4932	
Ambos sitios de reforestación	13,0904	
Reforestación 2020 y regeneración mirador	19,5926	
Reforestación 2020 y regeneración perezosa	0,8445	Valor p de 0.35812. Resultado no significativo para $p < .05$.
Reforestación 2017 y regeneración mirador	0,9259	Valor p 0.33592. Resultado no significativo para $p < .05$.
Reforestación 2017 y regeneración perezosa	9,3928	
Ambos sitios de regeneración	15,7552	

En la parcela de reforestación 2020 todos los datos de cobertura de restos leñosos fueron de 2, con la excepción de dos valores atípicos registrados. En la parcela de regeneración en Perezosa los valores estuvieron entre 3 y 2, con un valor extremo superior de 4, y un valor atípico registrado. En la parcela de regeneración 2017, los datos presentaron un rango entre 2 y 1, con un valor extremo superior de 3. Finalmente, en la parcela de regeneración en Armadillo se registraron datos entre 3 y 3.8, con valores extremos de 4 y 2.

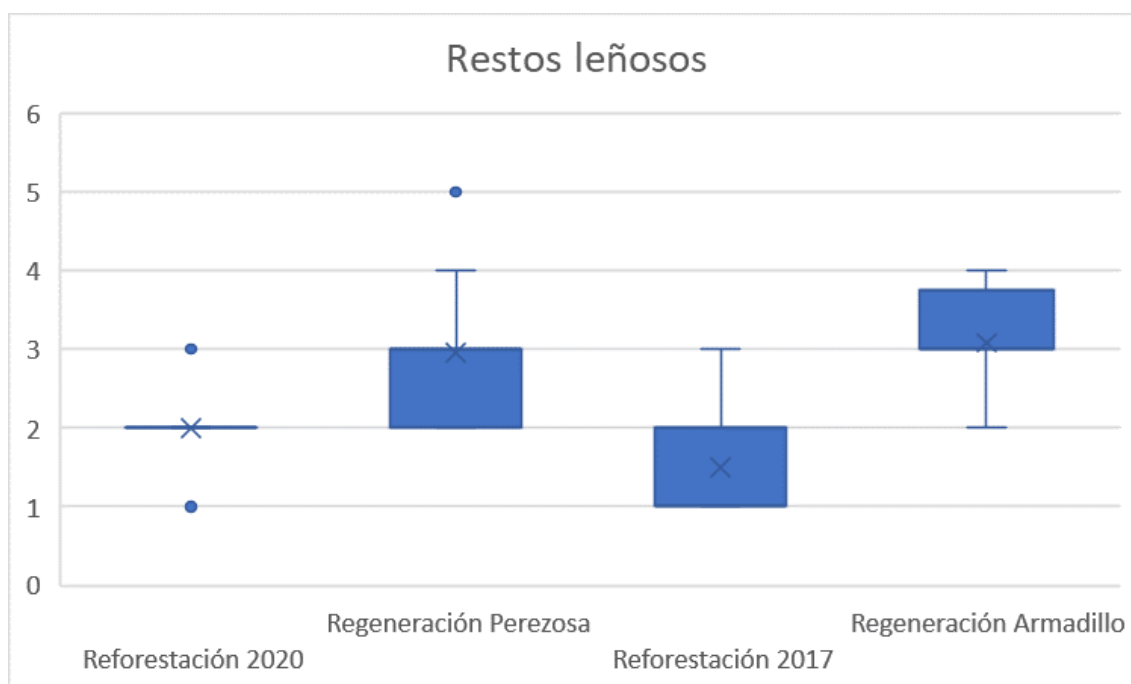


Gráfico 3.5 Análisis estadístico de presencia de restos leñosos

Así mismo, los valores de la prueba no paramétrica fueron los siguientes

Tabla 3.7: Kruskal Wallis para restos leñosos

Tipo de comparación	Valor H	Notas
Todos los sitios	70,7348	
Regeneración perezosa y mirador y reforestación 2020	47,04	
Regeneración perezosa y mirador y reforestación 2017	54,6625	
Regeneración perezosa y reforestación 2017 y 2020	52,765	
Ambos sitios de reforestación	9,4815	
Reforestación 2020 y regeneración mirador	28,2133	
Reforestación 2020 y regeneración perezosa	22,7793	
Reforestación 2017 y regeneración mirador	42,3126	
Reforestación 2017 y regeneración perezosa	38,88	
Ambos sitios de regeneración	0,5348	El valor p es 0.46459. Resultado no significativo en $p < .05$.

Los valores de suelo descubierto en la parcela de reforestación 2020 se encuentran entre 3 y 2, con valor extremo superior de 4, y un valor atípico registrado. En la parcela de regeneración en Perezosa los valores promedian entre 3 y 4.7, con valores extremos de 6 y 2. En la parcela de reforestación 2017 se obtuvieron valores entre 3 y 2, con un valor extremo inferior de 1. Por último, en la parcela de regeneración en Armadillo los valores registrados estuvieron entre 3 y 2, con valores extremos de 4 y 1.

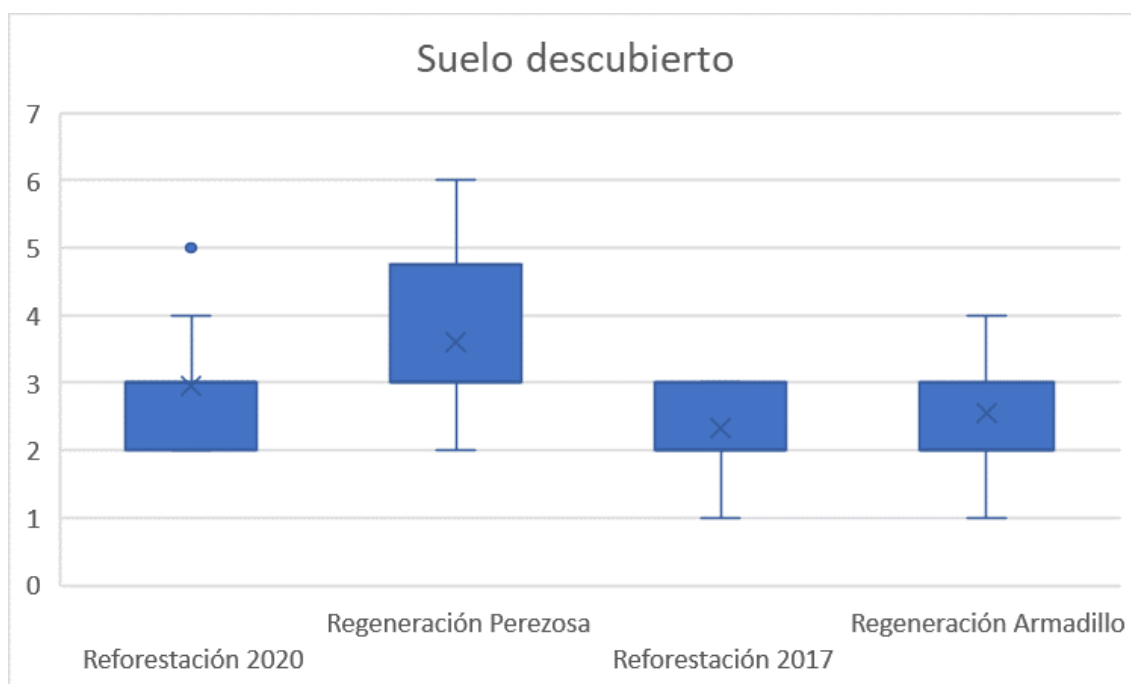


Figura 3.6: Análisis estadístico de presencia de suelo descubierto

Finalmente, el resumen de los resultados al hacer la prueba no paramétrica es la siguiente:

Tabla 3.8: Kruskal Wallis para suelo descubierto

Tipo de comparación	Valor H	Notas
Todos los sitios	31,5515	
Regeneración perezosa y mirador y reforestación 2020	19,4166	
Regeneración perezosa y mirador y reforestación 2017	27,7105	
Regeneración mirador y reforestación 2017 y 2020	10,6612	
Ambos sitios de reforestación	9,9311	
Reforestación 2020 y regeneración mirador	5,0052	
Reforestación 2020 y regeneración perezosa	6,7001	
Reforestación 2017 y regeneración mirador	0,9919	Valor p de 0.31928. Resultado no significativo para $p < .05$.
Reforestación 2017 y regeneración perezosa	23,0095	
Ambos sitios de regeneración	17,4404	

3.2 Biodiversidad

Después del trabajo realizado en las 4 parcelas y el posterior trabajo de identificación usando páginas web como theplantlist.org, gbif, libros como Flora of Jauneche, plantas útiles del litoral ecuatoriano y aplicaciones como iNaturalist, se identificó un total de 70 especies distribuidas en 32 familias. En la parcela de reforestación de hace 2 años se hallaron 132 especímenes, en la de reforestación de hace 5 años 104, en la de regeneración natural de 15 años 96 y en el sitio de regeneración natural con antigüedad entre 15 y 25 años 95 años.

Tabla 3.9: Especies encontradas en los sitios de muestreo

Especie	Reforestación 2 años	Reforestación 5 años	Regeneración natural 15 años	Regeneración natural 15-25 años
Acanthaceae 1	0	0	1	1
Arecaceae 1	0	0	1	1
Arecaceae 2	0	0	0	1
Arecaceae 3	0	0	1	0

Asteraceae 1	16	0	0	0
Asteraceae2	7	0	0	0
Asteraceae 3	1	1	0	0
Asteraceae 4	0	2	0	0
Begoniaceae 1	2	1	0	0
Boraginaceae 1	1	1	0	0
Cannabanaceae 1	0	0	0	1
Cannabanaceae 2	0	2	0	0
Cucurbitaceae 1	6	3	0	0
Cucurbitaceae 2	0	0	1	0
Fabaceae 1	0	0	4	5
Fabaceae 2	0	0	5	7
Fabaceae 3	0	0	0	7
Fabaceae 4	0	0	0	3
Fabaceae 5	0	0	2	1
Fabaceae 6	1	1	0	0
Fabaceae 7	2	2	0	0
Fabaceae 8	1	0	0	0
Fabaceae 9	0	0	2	0

Fabaceae 10	0	0	1	0
Gesneriaceae 1	0	0	0	1
Heliconiaceae 1	0	0	21	1
Lamiaceae 1	31	0	0	0
Lygodiaceae 1	0	52	1	0
Lythraceae 1	5	0	0	0
Malvaceae 1	0	0	0	2
Malvaceae 2	1	0	0	0
Malvaceae 3	0	3	0	0
Malvaceae 4	0	0	1	0
Meliaceae 1	1	0	0	0
Moraceae 1	0	0	3	0
Moraceae 2	0	0	2	1
Moraceae 3	0	0	0	1
Moraceae 4	0	0	1	1
Moraceae 5	0	1	0	0
Moraceae 6	0	1	0	0
Moraceae 7	0	0	1	0
Moraceae 8	0	0	0	1

Myrtaceae 1	1	0	0	0
Olacaceae1	0	0	0	3
Petiveriaceae 1	0	0	5	8
Phyllantaceae 1	0	0	0	1
Piperaceae 1	0	0	0	2
Piperaceae 2	0	0	0	2
Piperaceae 3	0	4	0	0
Piperaceae 4	0	0	8	0
Piperaceae1	0	0	0	3
Polygonaceae 1	1	0	0	0
Pteridaceae 1	0	13	8	20
Rubiaceae 2	0	1	0	1
Rubiaceae 3	0	0	3	0
Rubiaceae1	0	0	0	1
Salicaceae 1	0	0	0	1
Salicaceae 2	0	0	2	0
Sapindaceae 1	0	0	0	2
Solanaceae 1	2	4	0	0
Solanaceae 2	0	7	0	0

Solanaceae 3	0	2	0	0
Styraceae 1	0	0	0	1
Tectariaceae 1	0	0	0	4
Urticaceae 1	0	0	7	6
Urticaceae 2	0	0	12	0
Urticaceae 3	0	0	1	0
Verbenaceae 1	49	3	0	0
Verbenaceae 2	4	0	0	0
Violaceae 1	0	0	2	5
TOTAL	132	104	96	95

Por otro lado, haciendo uso del programa Past en su versión 4.07 se calcularon los siguientes índices biológicos.

Tabla 3.9: Índices biológicos

	Reforestación años 2	Reforestación años 5	Regeneración natural 15 años	Regeneración natural 15-25 años
Taxa_S	19	19	25	31
Individuals	132	104	96	95
Simpson_1-D	0.79	0.7293	0.9145	0.9297
Shannon_H	2.041	2.049	2.858	3.116
Margalef	3.482	3.876	5.258	6.588

Así mismo, en el programa Past se hizo el análisis de similitud de Jaccard, hallándose los siguientes resultados:

Tabla 3.10:Índice de similitud de Jaccard

	Ref 2 años	Ref 5 años	Reg 15 años	Reg15-25 años
Ref 2 años	1	0.27586207	0	0
Ref 5 años	0.27586207	1	0.047619048	0.041666667
Reg 15 años	0	0.047619048	1	0.27272727
Reg15-25 años	0	0.041666667	0.27272727	1

3.3 Análisis de resultados y Discusión

La cobertura vegetal en las parcelas de reforestación fue mayor que en las parcelas de regeneración natural, además de presentar valores más dispersos. Esto es debido a que las parcelas de reforestación tenían una mayor presencia de plantas herbáceas de menor tamaño, además de la presencia de pasto, el cual no se encuentra en las parcelas de regeneración. Sin embargo, la presencia de estos no es constante en todos los cuadrantes que fueron medidos, ya que a medida que se van desarrollando las plantas de mayor tamaño, la cobertura vegetal empieza a disminuir, lo cual se puede apreciar en el gráfico de Cobertura vegetal, ya que la parcela de reforestación más antigua presentó en general menores valores de cobertura vegetal. Es necesario mencionar que la aplicación usada para la medición de cobertura calcula el porcentaje de verde presente en la imagen, por lo que, en más un valor general sobre la cobertura de suelo, cuando se realice el análisis de la presencia de plantas herbáceas, pasto y suelo descubierto se podrá apreciar mejor cómo estos varían. Además, revisando la prueba de t student, encontramos que hay una diferencia significativa entre el sitio de reforestación de 2 años y cada uno de los sitios de reforestación, no se hallaron diferencias entre los sitios de reforestación

Respecto al canopy de las parcelas, se puede observar una distinción aún mayor entre las de reforestación y regeneración natural. El canopy de las parcelas en las fincas Armadillo y Perezosa presentó valores elevados, y sumamente constantes, encontrándose todos entre el 85% y 95%. Ambas parcelas de regeneración contaban con la presencia de árboles en una etapa de desarrollo bastante avanzada, además de varios otros árboles de menor tamaño y lianas y bejucos que contribuyen a aumentar la densidad del bosque, dando como resultado los valores de canopy registrados. Por otro lado, las parcelas de reforestación presentaron valores de canopy sumamente dispersos, lo cual es debido a la presencia de árboles en desarrollo solo en unos cuantos, de los

cuadrantes analizados, en estos los valores de canopy fueron elevados, sin embargo, varios otros de los cuadrantes no contaban con cobertura por copa de árboles, o solo estaban parcialmente cubiertos, resultando en valores muy bajos cuantificados. Cabe mencionar que la parcela de reforestación del 2017 tuvo un promedio de canopy mayor, además de presentar valores más condensados en la parte superior de la tabla, ya que los árboles que fueron plantados en esta han tenido mayor tiempo para su desarrollo, por lo que presentan copas de mayor densidad y anchura. Mientras que, para la prueba t student no se encontraron diferencias significativas al comparar ambos sitios de regeneración y también los dos lugares de reforestación; si se compara entre cualquiera de los sitios de reforestación y cualquiera de los de regeneración se halló diferencias significativas

El porcentaje de pasto presente fue constante en las parcelas de regeneración natural y las de reforestación. En las de regeneración no se registró pasto en ninguno de los cuadrantes cuantificados, mientras que en las de reforestación se registraron los mismos valores para ambas. Comparando esta gráfica con la anterior, es posible determinar una correlación entre los altos valores de canopy con la baja presencia de pasto, ya que los árboles de mayor tamaño impiden el desarrollo de este, bloqueando la luz solar de llegar al suelo y compitiendo por el espacio. Se espera que a medida que se desarrollen los árboles plantados en las parcelas de reforestación, el porcentaje de pasto presente va a disminuir. Sin embargo, es importante realizar mantenimiento constante de estas parcelas, ya que la especie de pasto presente es sumamente competitiva, y en grandes cantidades puede impedir el desarrollo de árboles juveniles. Por otra parte, al analizar los resultados de la prueba Kruskal-Wallis, hallamos que no hay diferencias entre las medianas de los sitios de reforestación y tampoco entre los sitios de regeneración natural, esto tiene sentido ya que en los sitios de regeneración no se reportó la presencia de pasto.

Los valores de vegetación no leñosa presente son más variados, y no hay una correlación presente fácilmente determinable. La parcela de reforestación 2020 contaba con la mayor presencia de vegetación no leñosa, en esta se detectó la mayor cantidad de plantas herbáceas presentes de menor tamaño, pero en la otra parcela de reforestación, los valores fueron más bajos, además de estar menos dispersos, con la excepción de algunos valores atípicos registrados. Por otro lado, la parcela de regeneración de mayor antigüedad, Perezosa con alrededor de 25 años en regeneración, tuvo mayor presencia de plantas herbáceas que la de finca Armadillo, con 15 años en regeneración. Sin embargo, es importante mencionar que el término vegetación no leñosa es sumamente amplio, incluyendo bejucos, enredaderas, helechos y hierbas, el tipo de plantas herbáceas encontradas en las parcelas de regeneración natural no es el mismo que el encontrado en las parcelas de reforestación. En las parcelas de reforestación se identificaron principalmente hierbas y enredaderas, mientras que en las parcelas de regeneración también se registraron bejucos y helechos. Al analizar los resultados de la prueba no paramétrica que comparó los 4 sitios de muestreo, se concluye que existe suficiente evidencia para afirmar que no todas las medianas de la población son iguales, en el nivel de significancia $\alpha = 0.95$, al comparar los otros resultados de la prueba, los que no

presentan diferencias en su mediana se da entre ambos sitios de regeneración y reforestación 2017, reforestación 2017 y regeneración mirador y finalmente entre reforestación 2017 y regeneración perezosa, aunque el valor p de las pruebas fueron 0,57; 0,68 y 0,061 respectivamente, lo que detiene la aseveración anterior ya que el resultado no es significativo para el $p < .05$.

Por otro lado, en la presencia de vegetación leñosa se puede observar que las parcelas de reforestación registraron menor cantidad de estas que las parcelas de regeneración. En las parcelas de reforestación en la mayoría de los cuadrantes no se registró la presencia de plantas leñosas, siendo la mayoría de estos registros valores atípicos en el gráfico de cajas. Las parcelas de regeneración natural contenían una cantidad mucho mayor de plantas leñosas, aunque esto no es fielmente reflejado en el gráfico, ya que el método de cuantificación empleado no contabiliza el total de individuos en el área determinada, sino sólo los individuos presentes en cuadrantes determinados al azar. Aun así, los registros fueron mayores que en las parcelas de reforestación, y muy similares entre ambas, con la parcela de regeneración en Armadillo presentando mayores valores atípicos registrados. Por otra parte, analizando los resultados de la Kruskal Wallis que compara los 4 sitios de muestreo, se concluye que existe suficiente evidencia para afirmar que no todas las medianas de la población son iguales, en el nivel de significancia $\alpha = 0.95$, sin embargo, si se hace la misma prueba entre alguno de los sitios de reforestación y regeneración se encuentra una diferencia significativa, sin embargo, si se hace la misma prueba entre ambos sitios de regeneración, el valor H de Kruskal Wallis nos indica que no hay diferencias entre las medianas, esto también sucede al comparar los dos sitios de reforestación, esto se complementa con el gráfico ya que visualmente los valores de reforestación son muy parecidos, al igual que los dos sitios de regeneración.

Los porcentajes de hojarasca y restos leñosos fueron bastante variables entre parcelas. Tanto las parcelas de regeneración natural como las de reforestación presentaron valores similares de hojarasca, en las parcelas de reforestación estando principalmente conformada por restos de pasto y plantas herbáceas, mientras que en las de regeneración este estaba principalmente compuesto por hojas caídas de los árboles. Por otro lado, las parcelas de regeneración presentaron una mayor cantidad de restos leñosos que las parcelas de reforestación, lo cual se atribuye a la mayor presencia de árboles y plantas leñosas que son las fuentes de estos restos. Aunque en las parcelas de reforestación sí se registraron restos leñosos, principalmente en los cuadrantes que contienen árboles o los adyacentes a estos.

Por otro lado, en cuanto a la hojarasca, al hacer Kruskal Wallis se encontraron diferencias entre las medianas, con excepción de la comparación entre reforestación 2020 y regeneración perezosa y también entre reforestación 2017 y regeneración mirador; sin embargo, los p valores (0.35812 y 0.33592 respectivamente) resultan no significativos para $p < 0.5$. Mientras que, para hojarasca, en todas las comparaciones se hallaron diferencias entre las medianas, exceptuando entre los sitios de regeneración, pero el p valor de 0.46459 nos muestra un resultado no significativo $p < 0.5$.

Finalmente, los porcentajes de suelo descubierto registrados fueron similares en la mayoría de las parcelas. Ambas parcelas de reforestación y la de regeneración en la finca Armadillo presentan en mismo rango de valores para suelo descubierto, mientras que la parcela de mayor antigüedad registró los porcentajes más elevados de esta variable, además de los más dispersos. Estos valores se relacionan con el de cobertura de suelo, los cuales presentaban una clara diferencia entre ambos tipos de parcelas, pero como se mencionó anteriormente, la aplicación usada para la cuantificación de la cobertura solo toma en cuenta el porcentaje de plantas verdes, por lo que no se registran las hojas secas ni restos leñosos, por lo que un bajo valor de cobertura de suelo no necesariamente implica un nivel alto de suelo descubierto. En cuanto a las pruebas no paramétricas, se encontró diferencias entre las medianas de todos los grupos comparados, con excepción de la comparación entre reforestación 2017 y regeneración mirador, aunque el p Valor que fue de 0.31928 resulta no significativo para $p < 0.5$.

Respecto a la diversidad, en las parcelas de regeneración se registró un total de 28 familias diferentes, mientras que las parcelas de reforestación presentaron un total de 18 familias diferentes identificadas. En ambos sitios de reforestación se encontraron 19 especies, en el sitio de regeneración natural Mirador (de 15 años) se hallaron 25 especies y en el sitio Perezosa (regeneración natural de entre 15 y 25 años) 31 especies.

Las familias más diversas fueron Fabaceae con 10 especies, Moraceae con 8 y Malvaceae con 4.

En cuanto al índice de Margalef, los valores más bajos son los de reforestación 2020 (3.482) y regeneración 2017 (3.876), mientras que el valor de los sitios de regeneración es mayor a 5 lo cual nos indica que son sitios con alta diversidad.

En el caso del índice de Simpson recíproco, se encontró que los sitios de regeneración fueron superiores a 0.9 lo que nos indica una diversidad alta, los lugares de reforestación fueron 0.79 (reforestación 2020) y 0.72 (reforestación 2017), lo cual indica una diversidad alta, pero menor a los sitios de regeneración.

Por su parte, los valores del índice de Shannon nos muestran que el sitio con mayor diversidad es el sitio Perezosa (regeneración natural de entre 15 y 25 años con un valor de 3.116), seguido del sitio de regeneración natural de 15 años (2.858), reforestación 2017 (2.049) y reforestación 2020 (2.041).

Finalmente, el índice de Jaccard nos muestra que los sitios más similares son los sitios de reforestación al presentar un valor de 0.2758, los sitios de regeneración son un levemente menos similares al tener un índice de 0.2727, mientras que los sitios menos similares se encontraron al comparar el sitio de reforestación 2020 con ambos sitios de regeneración, de hecho, el valor fue 0 por lo que podemos concluir que no tienen ninguna similitud.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

El trabajo de campo realizado y el procesamiento posterior de los datos recolectados determinaron que las variables que presentaron mayor diferencia entre las parcelas de regeneración natural y las parcelas de reforestación fueron el canopy, la presencia de pasto, y la presencia de vegetación leñosa. Principalmente el canopy se puede determinar como el rasgo más distintivo que diferencia ambos tipos de parcelas, siendo este considerablemente mayor y constante en las parcelas de regeneración natural, además que este carácter estructural influye en los demás.

En un estudio similar realizado en un bosque tropical en Costa Rica (Hall, K. Reid, J. et al, 2018), se determinó que un canopy alto promueve el establecimiento de semillas de árboles y plantas próximos, ya que impide la llegada de luz solar al pasto que compite por el espacio en el suelo, además de aumentar el éxito de semillas transportadas por animales. De igual forma mencionan como una alta presencia de pasto puede suprimir el crecimiento de especies leñosas, por lo que, como mencionamos anteriormente, un mantenimiento constante de las zonas reforestadas es importante, hasta que los árboles sembrados tengan tamaño suficiente para no verse abrumado por la presencia de pasto en el área. En los resultados obtenidos por nosotros se puede observar como las parcelas que presentan canopy más alto, y una gran presencia de vegetación leñosa poseen los porcentajes de pasto más reducidos.

Sin embargo, el factor tiempo probablemente sea la variable más importante al momento de determinar los caracteres estructurales y de diversidad de un bosque. Si bien en su mayoría los datos obtenidos son similares entre las dos parcelas de regeneración y las dos parcelas de reforestación, hay una variación entre ellos, lo cual se puede atribuir al tiempo que llevan en proceso de regeneración o que inició el proceso de reforestación. Dentro de 25 años, que es el tiempo que la parcela de regeneración más antigua tiene, en los sitios de reforestación podrían presentar resultados similares a los registrados en las parcelas de regeneración, en caso de que la estrategia de reforestación implementada sea efectiva. En el estudio mencionado previamente, el tiempo de recuperación del sitio también se relaciona con la diversidad presente. Ya que la recuperación del bosque nativo promueve el regreso de especies animales responsables de la dispersión de semillas, además que la desaparición del pasto y otras especies herbáceas de menor tamaño abre paso para el desarrollo de nuevas semillas. Estudios como este son importantes para mayor comprensión del proceso de recuperación de un bosque, como este se va a desarrollar a lo largo del tiempo, y que factores hay que tomar en cuenta para un mayor éxito.

4.2 Recomendaciones

El proceso de crecimiento y desarrollo de un bosque es extremadamente largo, por lo que en estudios como este es necesario la planificación a largo plazo, tanto de mantenimiento como de toma de datos para determinar cómo va recuperándose el bosque. Además, hay muchas otras variables que pueden ser tomadas en cuenta para mejor comprensión de estos procesos, tales como método de esparcimiento de semillas, presencia de animales que ayudan o inhiban la expansión o crecimiento de especies vegetales, calidad del suelo, uso que se le dio al suelo antes de iniciar la reforestación, entre otros. Mejores métodos de cuantificación también deberían ser usados, si bien las aplicaciones probaron efectivas además de fácilmente asequibles, pueden ser no tan exactas, y los métodos visuales usados también pueden ser muy variables de persona a persona. Además, se deberían probar la misma metodología en diferentes ubicaciones geográficas, con condiciones climáticas y terreno distinto.

Anexos

Tabla 11: Resumen datos estructura reforestación 5 años

	Pasto	Vegetación no leñosa	Leñosa	Hojarasca	Restos leñosos	Descubierto	Especies invasivas	Cobertura vegetal	Canopy
Moda	2.000	2.000	1.000	3.000	1.000	2.000	2.000	-	10.750
Media	2.003	1.687	1.004	3.198	1.337	2.069	1.968	14.364	56.199
Mediana	2.000	2.000	1.000	3.260	1.000	2.000	2.000	15.850	75.500
Desviación estándar	0.911	0.828	0.468	1.178	0.749	1.040	0.927	16.996	24.966
Varianza	0.703	0.593	0.188	1.072	0.501	0.941	0.735	279.550	603.212

Tabla 12: Resumen datos estructura reforestación 2 años

	Pasto	Vegetación no leñosa	Leñosa	Hojarasca	Restos leñosos	Descubierto	Especies invasivas	Cobertura vegetal	Canopy
Moda	2.0	3.0	1.0	2.0	2.0	3.0	2.0	-	0.0
Media	2.2	3.3	1.1	2.7	1.9	2.8	2.1	41.3	27,088
Mediana	2.0	3.0	1.0	3.0	2.0	3.0	2.0	47.6	57.6
Desviación estándar	1.0	0.8	0.5	0.8	0.6	0.8	1.1	17.9	36.4
Varianza	1.0	0.7	0.3	0.7	0.4	0.6	1.1	313.1	1238.3

Tabla 13: Resumen datos estructura regeneración 15 años

	Pasto	Vegetación no leñosa	Leñosa	Hojarasca	Restos leñosos	Descubierto	Especies invasivas	Cobertura vegetal	Canopy
Moda	1	2	1	4	3	2	1	#N/D	90.25
Media	1	1.793	1.317	3.738	2.989	2.427	1	9.657	89.606
Mediana	1	2	1	4	3	2	1	11.075	90.25
Desviación estándar	0	0.783	0.961	0.813	0.730	0.846	0	8.458	2.382
Varianza	0	0.598	0.9	0.644	0.519	0.698	0	69.751	5.531

Tabla 14: Resumen datos estructura regeneración 15-25 años

	Pasto	Vegetación no leñosa	Leñosa	Hojarasca	Restos leñosos	Descubierto	Especies invasivas	Cobertura vegetal	Canopy
Moda	1	2	1	3	3	3	1	-	91.5
Media	1	2.259	1.556	2.899	2.858	3.438	1.000	11.104	89.331
Mediana	1	2	2	3.000	3.000	3.000	1.000	9.650	89.375
Desviación estándar	0	0.740	0.816	0.816	0.749	1.081	0.000	12.089	2.158
Varianza	0	0.534	0.649	0.650	0.548	1.140	0.000	142.495	4.540

BIBLIOGRAFÍA

Arbofino. (s.f.) *REFORESTATION & FOREST CONSERVATION PROJECTS*.
Reforest & Protect > arbofino

Dodson, C., Gentry, H., & Valverde, F. (1986). *Flora of Jauneche (including the Pedro Franco Davila Biological Station)*. Los Rios: Selbyana.

Echeverri, D. Harper, G. (2009). *Fragmentación y deforestación como indicadores del estado de los ecosistemas en el Corredor de Conservación Chocó-Manabí (Colombia, Ecuador)*. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza.
<https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/6337>

Holl, K. Reid, J. et al. (2018). *Rules of thumb for predicting tropical forest recovery*. Environmental Studies Department, University of California, Santa Cruz, California. DOI: 10.1111/avsc.12394

Kanowski, C.P Catterall, G.W Wardell-Johnson, H Proctor, T Reis, *Development of forest structure on cleared rainforest land in eastern Australia under different styles of reforestation*, Forest Ecology and Management, Volume 183, Issues 1–3, 2003, Pages 265-280, [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(03\)00109-9](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(03)00109-9).

Kew royals botanic gardens. (s.f). *Kew*. Obtenido de <https://www.kew.org/science/engage/accessing-our-science/access-our-collections/herbarium>

Missouri botanical garden.(s.f). *Herbarium Rules and Procedures*. Obtenido de <https://www.missouribotanicalgarden.org/Portals/0/Science%20and%20Conservation/PDFs/Visitors/HerbariumRules.pdf>

Pimm, S. L. (2022, March 8). biodiversity. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/science/biodiversity>

Recursos naturales y ambiente, número 58, pág. 78-88, <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/6337>

Stuart, L. (s.f.). *Conservation of natural resources, environmentalism, nature conservation*. Encyclopedia Britannica. [conservation | Definition, Examples, & Facts | Britannica](#)

The plant list. (s.f). *The Plant List*. Obtenido de <http://www.theplantlist.org/>

Trópicos. (s.f). *Trópicos*. Obtenido de <https://tropicos.org/home>

University of florida herbarium (Flas). (s.f). *Preparation of Plant Specimens for Deposit as Herbarium Vouchers*. Obtenido de <https://www.floridamuseum.ufl.edu/herbarium/methods/vouchers/>

Valverde, F. M. (1998). *Plantas útiles del litoral ecuatoriano*. Guayaquil: Ministerio de Medio Ambiente/ECORAE/EcoCiencia.

Watson, J.E.M., Evans, T., Venter, O., Williams, B., Tulloch, A., Stewart, C., et al. 2018. *The exceptional value of intact forest ecosystems*. Nat. Ecol. Evol. 2:599-610. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0490-x>