



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA

VICERRECTORADO ACADÉMICO

DIRECCIÓN DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES

MEMORIA DE ARTÍCULOS

DOMINIO 2

PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES



I Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología UTMACH 2015





I CONGRESO INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA UTMACH 2015

Memoria de Artículos

centro_de_investigaciones@utmachala.edu.ec



VALORACIÓN DE LA ABUNDANCIA DE ESPECIES BIOLÓGICAS EN BOSQUE REFORESTADO CON ÁRBOLES DE TECA EN CLIMA CÁLIDO SECO

Jorge Logroño Barrionuevo
Universidad Técnica de Machala

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue, evaluar la abundancia de especies biológicas en bosque reforestado con árboles de teca (*Tectona grandis* L. f.), en clima cálido seco entorno de la parroquia Palmales, provincia de El Oro, Ecuador. Esta plantación forestal se seleccionó porque puede desempeñar un papel muy importante en la recuperación de la estructura, riqueza y diversidad florística de este ecosistema tropical degradado; conservación y regeneración de la diversidad biológica del sector. La abundancia de aves, animales y árboles nativos se midió mediante los métodos de biodiversidad alfa y beta. Los resultados del índice de biodiversidad alfa y beta fueron: aves 2,85 y 0,205, animales 2,08 y 0,36 y árboles 2,18 y 0,188 respectivamente. Los árboles de teca brindaron efectos restauradores al entorno, tales como: recuperación del bosque, incremento de especies biológicas, conservación del suelo, control de erosión, recuperación del terreno degradado, mejoró la belleza escénica del paisaje, preservación del ambiente, producción de oxígeno y disminución del CO₂ del ambiente.

Palabras clave: Especies biológicas, *tectona grandis*, reforestación.

ABSTRACT

The objective of the research was to assess the abundance of biological species in reforested teak trees (*Tectona grandis* L. f.) in warm dry weather in the environment of Palmales parish, El Oro province, Ecuador. This forest plantation was selected because it can play a very important role in the recovery of the structure, richness and floristic diversity of the degraded tropical ecosystem; conservation and restoration of biodiversity in the area. The abundance of birds, animals and native trees was measured by alpha and beta biodiversity methods. The results of the index of the biodiversity alpha and beta were: 2.85 and 0.205 birds, animals and trees 2.08 and 0.36 2.18 and 0.188 respectively. Teak trees provided restorative effects to the environment, such as forest recovery, increase of biological species, soil conservation, erosion control, recovery of degraded land, improvement of the scenic beauty of the landscape, preserving of the environment, oxygen production and decrease of CO₂ from the environment.

Keywords: Biological species, *tectona grandis*, reforestation.

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador los colonos han intervenido y destruido los bosques para explotar su madera y generar cambio de uso del suelo para cultivos y ganadería. Esta intervención ha provocado daño ambiental por la pérdida de la cobertura vegetal y la desertificación de estos suelos. En la Provincia de El Oro, se ha deforestado el 0,08% de bosque tropical seco, en relación con el área de bosques existente en 1991, ubicado en el cantón Arenillas, y dichas tierras se encuentran en su mayoría abandonadas, desérticas e improductivas (Sánchez, 2006).

El problema central del cantón Arenillas es la pérdida de áreas de bosque primario, como consecuencia del cambio de uso del suelo para cultivos de ciclo corto y perenne; además de grandes pastizales para ganadería. La intensidad de los monocultivos ha ampliado significativamente la frontera agrícola y pecuaria, ocasionando impactos ambientales negativos generados por las actividades antrópicas (Burgos, 2002).

La tala de bosques ha sido uno de los principales problemas que se tiene ya que antiguamente se conservaba o se disponía de un riquísimo sistema vegetal vivo, hoy en día todos han contribuido a su destrucción, por lo que la flora y fauna del sector cada vez tiende a desaparecer (Burgos, 2002).

Frente a este problema, se ha llevado a cabo la reforestación de un área de 20 hectáreas con árboles de teca (*Tectona grandis* L.f.) y se evalúa el incremento de especies biológicas, que aportan a mitigar los problemas causados por la deforestación del bosque tropical seco del sector.

ANTECEDENTES

Para contrarrestar la deforestación se debe implementar las plantaciones forestales, que es el resultado de plantar árboles de teca para fines comerciales, en zonas desprovistas de los mismos, para repoblar con especies forestales sectores en donde existieron árboles y que fueron aprovechados (Salazar, Palacios y Cruz, 2007).

Una plantación de teca con un manejo apropiado, con raleo para no permitir la competencia excesiva entre las copas de los árboles permitirá y favorecerá la regeneración de diferentes tipos de vegetación en el piso de la plantación (plantas de hojas anchas y gramíneas), lo que se conoce como sotobosque. La cantidad y variedad del sotobosque que crece dentro de una plantación de teca depende de varios factores, como la cantidad de luminosidad que pueda penetrar debajo de las copas de los árboles, la cantidad de precipitación, la humedad del suelo y las características físicas y químicas del suelo (Ugalde

y Gómez, 2006).

La composición de las plantaciones forestales en conjunto con el sotobosque, hace que haya una mayor posibilidad de encontrar mayor diversidad vegetal en las plantaciones de teca en comparación con otros monocultivos agrícolas, lo que impide la erosión del suelo. Una variedad de estudios que incluyen aspectos de biodiversidad, riqueza de especies, las migraciones de fauna silvestre que se producen dentro de los ecosistemas de bosques naturales adyacentes a plantaciones forestales de teca asociadas con el sotobosque que se regenera dentro de las plantaciones de teca (Ugalde y Gómez, 2006).

Inclusive las plantaciones de teca en ciertas condiciones alcanzan valores similares de biodiversidad en comparación con el bosque natural latifoliado, que indudablemente está compuesto en forma natural a través de la sucesión ecológica, por una alta cantidad de especies de árboles y sotobosque con especies maderables y no maderables. Varios estudios han demostrado que las plantaciones de teca con el tiempo, llegan a convertirse en un refugio importante de vida silvestre tanto de flora como de fauna (Ugalde y Gómez, 2006)

Uno de los aspectos más relevantes de este proyecto es la visión holística de este sector, que ya no se centra sólo en la madera, sino que incluye los productos forestales no madereros y las funciones y servicios ecológicos o ambientales que el bosque y otros ecosistemas forestales brindan al ser humano.

BIODIVERSIDAD

Los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro. En cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades. Por ello, para comprenderlos cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa, beta puede ser de gran utilidad, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas (Moreno, 2001).

En la presente investigación se evaluó dos componentes de la diversidad de especies: alfa o diversidad local (Índice de Shannon -Wiener) y diversidad beta o diferenciación (índice de Routledge) (Moreno, 2001).

OBJETIVOS

General

Evaluar la abundancia de especies biológicas en bos-

que reforestado con árboles de teca (*Tectona grandis* L. f.), en clima cálido seco del entorno de la parroquia Palmales, provincia de El Oro, Ecuador.

Específicos

- Medir la abundancia de aves, mediante los métodos de biodiversidad alfa y beta.
- Calcular la abundancia de animales, a través de técnicas de biodiversidad alfa y beta.
- Verificar la abundancia de árboles nativos, utilizando las técnicas de biodiversidad alfa y beta.

TIPO DE ESTUDIO Y DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

El estudio constituyó una investigación descriptiva con diseño de contrastación de hipótesis causal comparativa, estableciendo el incremento de especies del entorno, ocasionado por los árboles de teca.

Por su enfoque, fue considerado una investigación descriptiva porque estuvo orientada a conocer la realidad del sector Palmales ocasionado por la deforestación que ha soportado en las últimas décadas. Fue de tipo aplicada, porque el presente trabajo estuvo encaminado a generar nuevos conocimientos relacionados con el incremento de especies biológicas en el entorno de la zona de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

Los árboles de teca fueron sembrados por el método de tres bolillo, obteniendo un número de 1 338 árboles por hectárea, como la superficie reforestada fue de 20 hectáreas, se plantaron un total de 26 760 árboles; los análisis de la biodiversidad de flora y fauna se estipuló mediante cuatro transectos establecidos en cuatro monitoreos y épocas diferentes, donde se observaron, identificaron y encontraron las diferentes especies biológica. El tipo de muestreo para la investigación fue, el no probabilístico por conveniencia, debido a que para la identificación de especies de flora y fauna se eligieron puntos estratégicos.

LUGAR Y PERÍODO DE EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio de la reforestación de 20 hectáreas con árboles de teca, fue realizado en la propiedad de Forstarbolch Cia. Ltda., localizada junto a población de Palmales, cantón Arenillas, provincia de El Oro, República del Ecuador, en las coordenadas geográficas UTM: Latitud 9°59'38.861,92 N y Longitud 79°59'04.480 E; altitud 81 msnm. Para la siembra, estudio, cuidado y manejo de la plantación se ejecutó

en un tiempo de 18 meses, en el cual se cumplió la compra de 50 000 semillas, preparación de sustratos y terreno, germinación, siembra de 35000 plántulas en vivero, plantación de 26 760 árboles en el campo y la determinación de abundancia de especies biológicas.

DETERMINACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

El desarrollo del estudio de la ecología descriptiva se ha centrado en su conocimiento estructural mediante la cuantificación e identificación de las especies y las variaciones que experimentan sobre gradientes especiales y temporales. Los estudios se limitan a un determinado número de especies, por esta razón la diversidad más que referirse al ecosistema (Vargas, 2009).

Para establecer la biodiversidad de aves y animales se realizaron cuatro monitoreos, en distintas fechas y se delimitó cuatro transectos de evaluación. La metodología de evaluación fue visual/auditiva, es decir por observación directa o por los sonidos de las especies percibidos en el área. En cada transecto, se estableció un radio aproximado de 100 m donde se fotografió y contó de los individuos detectados dentro del radio establecido. De igual forma se determinó la biodiversidad de los árboles, diferenciando únicamente en el área de los transectos (10 x 100 m).

En los transectos, se contó el número de especies (S) y en número de especímenes por especie (N) y para determinar tanto el Índice de Shannon -Wiener o diversidad alfa y el índice de Routledge o diversidad beta.

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER

La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea. Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Moreno 2001). Según este autor, el índice de Shannon-Wiener, procede de la teoría de la información y se expresa como:

Siendo p_i la proporción de individuos de la especie

$$H' = -\sum p_i \ln p_i,$$

i , es decir, $p_i = n_i/N$.

El índice de Shannon-Wiener se mide en bits/individuos.

Los parámetros para establecer el índice de diversidad de Shannon - Wiener, contemplan los valores inferiores a 1,5 determinan una diversidad baja, los valores superiores a 3,5 establecen una diversidad alta y los valores intermedios una diversidad mediana (Ochoa y col., 2009).

ÍNDICE DE ROUTLEDGE

La diversidad beta o diversidad entre hábitats es el grado de reemplazamiento de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales. Este índice toma en cuenta tanto la riqueza total de especies en todas las muestras (gamma) como el grado de solapamiento entre las especies. La diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje. Se basan en datos cualitativos de presencia - ausencia de las especies (Moreno, 2011):

Donde;

$$\beta = \frac{S^2}{2r + S} - 1$$

r = número de pares de especies con distribuciones solapadas, si son dos sitios r es el número de especies comunes a los dos sitios (r = c). Este índice toma en cuenta tanto la riqueza total de especies en todas las muestras (gamma) como el grado de solapamiento entre las especies.

Cálculo de Proporción de individuos (Pi): Identifi-

fica las especies de biológicas que se registraron con mayor frecuencia en la reserva (se consideran las más abundantes), así como, las especies más raras, consideradas a aquellas que se encontraron con menor frecuencia en el área de estudio (Ochoa y col., 2009):

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la contrastación de hipótesis, fue utilizado el

$$P_i = \frac{\text{Número de registro por especie}}{\sum \text{Registro}}$$

análisis de la varianza ANOVA, para estudiar los posibles efectos causados por diferentes niveles de la reforestación con árboles de teca (variable independiente), sobre la variable dependiente (abundancia de especies biológicas); este análisis sirvió para contrastar la hipótesis nula de que las medias de distintas poblaciones coinciden (Terrádez, 2006).

Para la validación se utilizó el análisis de varianza y pruebas de Post Hoc de ANOVA, contenido en Statistical Package for Social Sciences, (SPSS), PASW Versión 18(Nel, 2009).

Los productos conseguidos en la investigación, se presentaron en datos que se respaldan mediante, tablas, utilizando el Excel 2010, las que si bien se explican por sí solas, están resumidas en un comentario organizado y sucinto de lo más sobresaliente; estos resultados responden al problema y especialmente a los objetivos planteados en este estudio.

Tabla 1. Aves registradas por censo (observación directa)

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Cracidae	Ortalis	Garrula	Pacharaco
Pssitacidae	Pionus	Menstruus	Loro cabeza azul
Pssitacidae	Pionus	chalcopterus	Lora cabeza negra
Pssitacidae	Aratinga	erythrogenys	Lora cabeza roja
Pssitacidae	Brotogeris	pyrrhopterus	Perico de mejilla gris
Cathartidae	Coragyps	Atratus	Gallinazo
Accipitridae	Geranospiza	caerulensces	Gavilán
Icteridae	Dives	warszewiczi	Negro fino
Icteridae	Cacicus	Cela	Cacique
Cuculidae	Crotophaga	Sulcirostris	Garrapatero
Strigidae	Glaucidium	Peruanum	Búho
Columbidae	Columbina	Talpacoti	Paloma tierrera
Accipitridae	Buteo	polyosoma	Águila
Thraupidae	Passeriformes	Sicalis	Pájaro arrocero
Anatidae	Dendrocygna	autumnalis	Pato silvestre
Alcedinidae	Chloroceryle	Americana	Martin pescador
Rallidae	Gallinula	Chloropus	Gallina de agua
Tyrannidae	Pyrocephalus	Rubinus	Sangre de toro (putilla)
Furnariidae	Furnarius	Leucopus	Chilalo

Elaboración propia: Logroño (2014)

RESULTADOS

VALORACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE AVES

La tabla 1, contiene 14 familias, 18 géneros, 19 especies y nombres comunes de las aves observadas de manera directa, en el transcurso de la investigación.

Los datos de la tabla 2, representan lo siguiente:

- El número parcial y total de aves por transectos y el número parcial y total de especies de aves por monitoreo.
- En el monitoreo 1 realizado antes de la siembra de los árboles de teca se observó: transecto 1 (51), transecto 2 (43), transecto 3 (47) y transecto 4 (19) aves, avistando un total de 160 aves en este monitoreo.
- En monitoreo 2, realizado a los 6 meses de haber sembrado las plantas de teca se detectó: transecto 1 (57), transecto 2 (68), transecto 3 (51) y transecto 4 (18) aves, observando un total de 194 aves en este monitoreo.
- En monitoreo 3, efectuado a los 12 meses de haber sembrado las plantas de teca se observó: transecto 1 (56), transecto 2 (67), transecto 3 (61) y transecto 4 (52) aves, observando un total de 236 aves en este monitoreo.
- En monitoreo 4, ejecutado a los 18 meses de haber sembrado las plantas de teca se dividió: transecto 1 (68), transecto 2 (92), transecto 3 (80) y transecto 4 (44) aves, observando un total de 284 aves en este monitoreo.

- El total de aves observadas por transectos durante los cuatro monitoreos fue: transecto 1 (232), transecto 2 (270), transecto 3 (239) transecto 4 (133).
- Se logró registrar un total de 874 aves correspondiente a diferentes especies.
- En el transecto 2 y 3 se observó mayor número de aves, esto se debió a que era un área cerca al bosque natural y ahí se localiza un pozo somero.
- Existió un crecimiento proporcional de número de aves en cada monitoreo, lo que tiene relación con el crecimiento de los árboles y el mejoramiento del paisaje.

La tabla 3, expresa lo siguiente:

- El valor promedio final obtenidos son: transecto 1 (2,56), transecto 2 (2,7), transecto 3 (2,85) y transecto 4 (2,25) bits.
- El Transecto 3, fue el que presentó el mayor valor promedio del Índice de Shannon (2.85 bits/ind). Considerando que es la zona más próxima al bosque y que cerca de esta área se ubica una formación de un pozo natural; con agua todo el año; estas condiciones favorables, permitió que las especies se desarrollen con éxito en el área, aumentando así el número de sus individuos.
- Análisis de varianza, se determinó que la media de cada transecto son iguales, ya que el valor $p > 0.05$ (nivel de significancia) por tanto se concluye estadísticamente presentan la misma diversidad de especies de aves en

Tabla 2. Especies y número de aves registradas en los cuarto monitoreos

AVES	MONITOREO 1				MONITOREO 2				MONITOREO 3				MONITOREO 4							
	TRANSECTOS				Individuos por especie	TRANSECTOS				Individuos por especie	TRANSECTOS				Individuos por especie					
Nombre común	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
Pacharaco	0	0	0	1	1	0	0	2	1	3	0	0	2	2	4	0	0	3	2	5
Loro cabeza azul	0	1	1	0	2	0	1	0	0	1	0	1	2	0	3	2	1	0	1	4
Lora negra	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	2	0	2	0	2	0	1	3
Lora cabeza roja	0	0	1	0	1	0	2	0	0	2	0	2	0	0	2	0	0	2	0	2
Loro perico mejilla gris	1	0	0	0	1	0	2	0	0	2	0	2	0	0	2	0	0	0	2	2
Gallinazo	0	0	0	12	12	2	2	13	12	29	5	8	21	18	52	3	12	16	14	45
Gavilán	1	0	16	1	18	1	1	0	0	2	1	1	0	0	2	2	2	0	0	4
Negro fino	5	7	3	0	15	10	16	4	0	30	11	9	6	8	34	12	22	13	0	47
Garrapatero	11	6	2	0	19	11	6	5	1	23	7	9	6	3	25	7	13	6	3	29
Búho	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	3
Paloma tierrera	11	12	7	0	30	11	16	3	2	32	13	18	9	8	48	11	22	10	7	50
Águila	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1
Pájaro arrocero	16	13	12	0	41	20	17	18	0	55	17	13	7	7	44	25	17	22	12	76
Pato silvestre	1	0	1	1	3	0	0	2	0	2	0	0	0	3	3	2	0	0	0	2
Martín pescador	1	0	0	1	2	0	1	0	0	1	0	1	2	0	3	0	0	2	0	2
Gallina de agua	1	0	1	0	2	0	1	0	0	1	0	1	1	0	2	0	0	2	0	2
Sangre toro (putilla)	1	1	1	1	4	0	0	2	0	2	0	2	0	0	2	2	0	0	0	2
Chilalo	1	0	1	1	3	1	0	1	1	3	1	0	1	1	3	0	1	1	1	3
Cacique	1	0	1	1	3	1	1	0	1	3	1	0	1	1	3	1	0	1	0	2
Total individuos por transecto	51	43	47	19	160	57	68	51	18	194	56	67	61	52	236	68	92	80	44	284

Elaboración propia: Logroño (2014)

Tabla 3. Índice de biodiversidad alfa de aves por transecto

Número de transecto	ÍNDICE SHANNON – WIENER				Valor promedio
	Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3	Monitoreo 4	
1	2.70	2.36	2.47	2.71	2.56
2	2.49	2.80	2.93	2.60	2.70
3	2.72	2.75	2.99	2.95	2.85
4	1.98	1.67	2.73	2.62	2.25

Elaboración propia: Logroño (2014)

Tabla 4. Índice de biodiversidad beta para aves por monitoreo

ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD BETA

Número de monitoreo	Índice de Routledge
1	0,213
2	0,212
3	0,195
4	0,203

Elaboración propia: Logroño (2014)

cada transecto.

La tabla 4, indica:

- La probabilidad de ausencia – presencia de las aves evaluadas por monitoreo, alcanzan valores tales como: monitoreo 1 (0,213), monitoreo 2 (0,212), monitoreo 3 (0,195), monitoreo 4 (0,203).
- Se puede evidenciar que en el monitoreo 3, existió menos probabilidad de ausencia del número de especies de aves en el lugar evaluado.
- Análisis de varianza se determinó que la media de cada monitoreo son iguales, ya que el valor $p > 0.05$ (nivel de significancia) por tanto se concluye estadísticamente presentan la misma ausencia y presencia de aves en cada monitoreo.

Los datos de la Tabla 5, representa lo siguiente:

- El número de aves por especie por cada monitoreo.
- El número total de especies de aves fue de 874 individuos, observados en los cuatro monitoreos.
- La abundancia del número de individuos por especie de aves evaluadas en los cuatro monitoreos, predominó los pájaros arroceros.

BIODIVERSIDAD DE ANIMALES

La tabla 6, representa 10 familias, 10 géneros, 10 especies y nombres comunes de los animales observados de manera directa, en el transcurso de la

investigación.

La información de la tabla 7, expresan lo siguiente:

- El total de animales por transectos y el número total de especies de animales por monitoreo.
- En el monitoreo 1 se efectuó antes de la siembra de los árboles, se observó: transecto 1 (2), transecto 2 (1), transecto 3 (8) y transecto 4 (2) animales, avistando un total de 13 animales en este monitoreo.
- En monitoreo 2, realizado a los 6 meses de haber sembrado las plantas, se detectó: transecto 1 (5), transecto 2 (4), transecto 3 (11) y transecto 4 (3) animales, observando un total de 23 animales en este monitoreo.
- En monitoreo 3, efectuado a los 12 meses de haber sembrado las plantas, se observó: transecto 1 (19), transecto 2 (11), transecto 3 (18) y transecto 4 (11) animales, observando un total de 59 animales en este monitoreo.
- En monitoreo 4, ejecutado a los 18 meses de haber sembrado las plantas, se divisó: transecto 1 (4), transecto 2 (4), transecto 3 (14) y transecto 4 (8) animales, observando un total de 30 animales en este monitoreo.
- El total de animales observadas por transectos durante los cuatro monitoreos fue: transecto 1 (30), transecto 2 (20), transecto 3 (51) transecto 4 (24).
- El total de animales correspondiente a dife-

Tabla 5. Abundancia de individuos por especie de aves y cálculo de (Pi)

ANIMALES Nombre común	MONITOREO				Número de especies	Abundancia (Pi)
	1	2	3	4		
Pájaro arrocero	41	55	44	76	216	0,247
Paloma tierrera	30	32	48	50	160	0,183
Gallinazo	12	29	52	45	138	0,158
Negro fino	15	30	34	47	126	0,144
Garrapatero	19	23	25	29	96	0,110
Gavilán	18	2	2	4	26	0,030
Pacharaco	1	3	4	5	13	0,015
Chilalo	3	3	3	3	12	0,014
Loro cabeza azul	2	1	3	4	10	0,011
Pato silvestre	3	2	3	2	10	0,011
Sangre toro (putilla)	4	2	2	2	10	0,011
Martín pescador	2	1	3	2	8	0,009
Gallina de agua	2	1	2	2	7	0,008
Lora negra	1	1	2	3	7	0,008
Lora cabeza roja	1	2	2	2	7	0,008
Loro perico mejilla gris	1	2	2	2	7	0,008
Búho	1	1	1	3	6	0,007
Águila	1	1	1	1	4	0,005
Cacique	3	3	3	2	11	0,013
Total					874	

Elaboración propia: Logroño (2014)

Tabla 6. Animales registrados por censo (observación directa)

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Viperidae	Bothrops	Ctrox	Culebra equis
Boidae	Boa	Constrictor	Culebra mata caballo
Iguanidae	Iguana	Iguana	Iguana verde
Cervidae	Odocoileus	Peruvianus	Venado
Bufonidae	Rhinella	Marina	Sapo
Sciuridae	Sciurus	Stramineus	Ardilla
Procyonidae	Nasua	Narica	Cuchucho
Didelphidae	Didelphis	Marsupialia	Zarigüeya
Canidae	Lycalopex	Sechurae	Zorro
Dasyopodidae	Dasyopus	novemcinctus	Armadillo

Elaboración propia: Logroño (2014)

rentes especies fue 125.

- En el transecto 3 se observó mayor número de animales, esto se debe a que era un área cerca al bosque y está ubicado un pozo natural donde los animales bebían agua.
- Existió un crecimiento proporcional de número de animales en los tres primeros monitoreos relacionado con el crecimiento de los árboles, pero en el cuarto monitoreo existe un decrecimiento, el mismo que puede deberse por el clima seco de verano.
- El máximo valor promedio del Índice de Shannon - Wiener fue de 2.08bits/ind, y se dio en el transecto 3. Este transecto también obtuvo los mayores valores durante los cuatro monitoreos realizados. El menor valor promedio fue de 1.23 bits/ind, y se obtuvo en el transecto 1, de igual forma, los valores del índice también fueron mínimos durante los cuatro monitoreos realizados. Esto debido a que en el área hay presencia humana.
- Análisis de varianza se determinó que la media de cada transecto son diferentes, ya que el valor $p < 0.05$ (nivel de significancia). La prueba post hoc para determinar el agrupamiento de cada monitoreo, determinó que en formaron dos grupos de transectos, se han

La tabla 8, expresa lo siguiente:

- El valor promedio final obtenidos son: transecto 1 (1,23), transecto 2 (1,5), transecto 3 (2,08) y transecto 4 (1,61) bits.

Tabla 7. Especies y número de animales registrados en los cuatro monitoreos

ANIMALES Nombre común	MONITOREO 1					MONITOREO 2					MONITOREO 3					MONITOREO 4				
	TRANSECTOS				Individuos por especie	TRANSECTOS				Individuos por especie	TRANSECTOS				Individuos por especie	TRANSECTOS				Individuos por especie
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
Venado	0	0	1	0	1	0	0	2	0	2	0	0	1	0	1	0	0	1	2	3
Cuchucho	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	2	0	2
Ardillas	0	0	1	1	2	0	0	1	2	3	0	0	1	2	3	0	0	2	3	5
Zorro	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	2	0	0	3
Iguana verde	0	0	2	0	2	1	2	1	0	4	2	0	1	2	5	0	1	3	1	5
Culebra equis	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1
Culebra matabalho	1	0	0	0	1	2	0	0	0	2	0	1	1	0	2	0	0	1	0	1
Zarigüeya	1	0	0	0	1	2	0	0	0	2	2	2	0	0	4	1	1	0	0	2
Sapo	0	0	2	0	2	0	0	6	0	6	15	7	11	6	39	2	0	5	0	7
Armadillo	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	2	0	0	0	1	1
Individuos por transecto	2	1	8	2	13	5	4	11	3	23	19	11	18	11	59	4	4	14	8	30

Elaboración propia: Logroño (2014)

Tabla 8. Índice de biodiversidad alfa de animales por transecto

Número de transecto	ÍNDICE SHANNON – WIENER				Valor promedio
	Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3	Monitoreo 4	
1	0,95	1,52	0,95	1,50	1,23
2	1,49	1,50	1,49	1,50	1,50
3	2,06	1,87	2,06	2,35	2,08
4	1,69	0,92	1,69	2,16	1,61

Elaboración propia: Logroño (2014)

Tabla 9. Índice de biodiversidad beta para animales, por monitoreo

ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD BETA	
Número de monitoreo	Índice de Routledge
1	0,453
2	0,422
3	0,241
4	0,320

Elaboración propia: Logroño (2014)

agrupado el transecto 1 y 2; el transecto 4 tiene características de ambos grupos; y el transecto 3 tiene bien definida sus características particulares.

La tabla 9, representa:

- La probabilidad de ausencia – presencia de las animales evaluados por monitoreo, alcanzando valores tales como: monitoreo 1 (0,453), monitoreo 2 (0,422), monitoreo 3 (0,241), monitoreo 4 (0,320).
- El monitoreo 3, hay menos probabilidad de ausencia del número de especies de animales porque el valor del índice de biodiversidad beta es el más bajo.
- Análisis de varianza, determinó que la media de cada monitoreo son diferentes, ya que el valor $p < 0.05$ (nivel de significancia). La

prueba post hoc para determinar el agrupamiento de cada monitoreo, en cada monitoreo existió diferente presencia y en otros casos ausencia de animales según el Índice de Routledge resultante en el cuadro.

Los datos de la tabla 10, representa lo siguiente:

- El número de animales por especie por cada monitoreo.
- El número total de especies de animales fue de 125 individuos, observados en los cuatro monitoreos.
- La abundancia del número de individuos por especie de animales evaluadas en los cuatro monitoreos, encontrándose en mayor número los sapos.

La tabla 11, representa 8 familias, 7 géneros, 10 especies y nombres comunes de los árboles observa-

Tabla 10. Abundancia de individuos por especie de animales y cálculo de (Pi)

ANIMALES Nombre común	MONITOREO				Individuos por especies	Abundancia (Pi)
	1	2	3	4		
Sapo	2	6	39	7	54	0,43
Iguana verde	2	4	5	5	16	0,13
Ardillas	2	3	3	5	13	0,1
Zarigüeya	1	2	4	2	9	0,07
Venado	1	2	1	3	7	0,06
Culebra mataballo	1	2	2	1	6	0,05
Zorro	1	1	1	3	6	0,05
Armadillo	1	1	2	1	5	0,04
Cuchucho	1	1	1	2	5	0,04
Culebra equis	1	1	1	1	4	0,03
Total					125	

Elaboración propia: Logroño (2014)

Tabla 11. Árboles nativos registrados por censo

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Bignoniaceae	Tabebuia	Chrysantha	Guayacán blanco
Bignoniaceae	Tabebuia	Bilbergii	Guayacán negro
Leguminosas	Prosopis	Juliflora	Algarrobo
Euphorbiaceae	Croton	sp. 1	Mosquera
Arecaceae	Cocos	Nucifera	Palma coco amarillo
Arecaceae	Cocos	Nucifera	Palma coco verde
zAnacardiaceae	Manguifera	Indica	Mango
Citroidae	Citrus	Aurantifolia	Limón sutil
Rutaceae	Citrus	California	Naranja
Rutaceae	Citrus	Paradisi	Toronja amarilla
Annonaceae	Annona	Muricata	Guanábana

Elaboración propia: Logroño (2014)

dos de manera directa, en el transcurso de la investigación.

La información de la tabla 12, expresan lo siguiente:

- El número total de árboles por transectos y el número total de especies de árboles por monitoreo.
- En el monitoreo 1 se efectuó antes de la siembra de los árboles, se observó: transecto 1 (30), transecto 2 (14), transecto 3 (32) y transecto 4 (51) árboles, avistando un total de 127 árboles en este monitoreo.
- En monitoreo 2, realizado a los 6 meses de haber sembrado las plantas, se detectó: transecto 1 (51), transecto 2 (20), transecto 3 (35) y transecto 4 (67) árboles, observando un total de 173 árboles en este monitoreo.
- En monitoreo 3, efectuado a los 12 meses de haber sembrado las plantas, se observó: transecto 1 (61), transecto 2 (27), transecto 3 (39)

y transecto 4 (80) árboles, observando un total de 207 árboles en este monitoreo.

- En monitoreo 4, ejecutado a los 18 meses de haber sembrado las plantas, se divisó: transecto 1 (73), transecto 2 (33), transecto 3 (44) y transecto 4 (91) árboles, observando un total de 241 árboles en este monitoreo.
- El total de árboles observados por transectos durante los cuatro monitoreos fue: transecto 1 (215), transecto 2 (94), transecto 3 (152) transecto 4 (289).
- Se registró un total de 748 árboles correspondiente a diferentes especies.
- En el transecto 4 se observó un incremento considerable de rebrotes de árboles nativos, con predominio de los guayacanes.
- En cada monitoreo se observó un número proporcional creciente de rebrotes de árboles nativos, especialmente de guayacanes.

Tabla 12. Especies y número de árboles nativo registradas en los cuarto monitoreos

ANIMALES Nombre común	MONITOREO 1				Individuos por especie	MONITOREO 2				Individuos por especie	MONITOREO 3				Individuos por especie	MONITOREO 4				Individuos por especie
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
Guayacán blanco	29	12	10	49	100	49	17	12	63	141	58	21	14	73	166	69	25	17	85	196
Guayacán negro	1	1	1	1	4	1	2	2	2	7	2	4	4	4	14	2	6	3	4	15
Algarrobo	0	1	0	1	2	1	1	0	2	4	1	2	0	3	6	2	2	3	2	9
Mosquera	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1
Palma coco amarillo	0	0	6	0	6	0	0	6	0	6	0	0	6	0	6	0	0	6	0	6
Palma coco verde	0	0	3	0	3	0	0	3	0	3	0	0	3	0	3	0	0	3	0	3
Mango	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1
Limón sutil	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1
Naranja	0	0	6	0	6	0	0	6	0	6	0	0	6	0	6	0	0	6	0	6
Toronja amarilla	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	2	0	2
Guanábana	0	0	2	0	2	0	0	2	0	2	0	0	2	0	2	0	0	1	0	1
Individuos por transecto	30	14	32	51	127	51	20	35	67	173	61	27	39	80	207	73	33	44	91	241

Elaboración propia: Logroño (2014)

Tabla 13. Índice de biodiversidad alfa de árboles nativos por transecto

Número de transecto	ÍNDICE SHANNON – WIENER				Valor promedio
	Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3	Monitoreo 4	
1	0,21	0,28	0,10	0,36	0,24
2	0,73	0,75	0,38	1,00	0,71
3	2,61	2,60	0,80	2,71	2,18
4	0,28	0,39	0,17	0,41	0,31

Elaboración propia: Logroño (2014)

La tabla 13, expresa lo siguiente:

- El valor promedio final obtenidos son: transecto 1 (0,24), transecto 2 (0,71), transecto 3 (2,18) y transecto 4 (0,31) bits.
- Los valores promedio de Índice de Shannon - Wiener obtenidos van desde 0,24 bits/ind hasta 2,18 bits/ind. El transecto 1, es el área que presentó menor índice de diversidad, en todas las evaluaciones realizadas.
- El transecto 3, fue el área que obtuvo mayor valor del Índice de Shannon - Wiener, en todas las evaluaciones realizadas, y también es el área con mayor valor promedio de 2,18 bits/ind, lo cual se considera un valor medio de diversidad.
- El análisis de varianza estableció que la media de cada transecto son diferentes, ya que el valor $p < 0.05$ (nivel de significancia). La prueba post hoc para determinar el agrupamiento de cada transecto, estableció que existe variabilidad entre los transectos

La tabla 14, representa:

- La probabilidad de ausencia – presencia de las árboles nativos evaluados por monitoreo,

alcanzando valores tales como: monitoreo 1 (0,206), monitoreo 2 (0,198), monitoreo 3 (0,198), monitoreo 4 (0,152)

- En el monitoreo 4, hay menos probabilidad de ausencia del número de especies de árboles nativos porque alcanzó el menor índice de biodiversidad beta.
- Análisis de varianza se determinó que la media de cada monitoreo son diferentes, ya que el valor $p < 0.05$ (nivel de significancia). La prueba post hoc para comprobar el agrupamiento de cada monitoreo. Se estableció que el monitoreo 4 presenta características diferentes con respecto a los monitoreos 1, 2 y 3.

Los datos de la tabla 15, representa lo siguiente:

- El número de árboles nativos por especie por cada monitoreo.
- El número total de especies de árboles nativos fue de 748 individuos, observados en los cuatro monitoreos.
- La abundancia del número de individuos por especie de árboles evaluados en los cuatro monitoreos, encontrándose en mayor número el árbol de guayacán blanco

DISCUSIÓN

Tabla 14. Índice de biodiversidad beta para árboles nativos, por monitoreo

ÍNDICE DE BIODIVERSIDAD BETA	
Número de monitoreo	Índice de Routledge
1	0,206
2	0,198
3	0,198
4	0,152

Elaboración propia: Logroño (2014)

Tabla 15. Abundancia de individuos por especie de árboles nativos

ÁRBOLES NATIVOS Nombre común	TRANSECTOS				Total individuos por especie	Abundancia (Pi)
	1	2	3	4		
Guayacán blanco	100	141	166	196	603	0,81
Guayacán negro	4	7	14	15	40	0,05
Algarrobo	2	4	6	9	21	0,03
Mosquera	1	1	1	1	4	0,01
Palma de coco amarillo	6	6	6	6	24	0,03
Palma de coco verde	3	3	3	3	12	0,02
Mango	1	1	1	1	4	0,01
Limón sutil	1	1	1	1	4	0,01
Naranja	6	6	6	6	24	0,03
Toronja amarilla	1	1	1	2	5	0,01
Guanábana	2	2	2	1	7	0,01
Total					748	

Elaboración propia: Logroño (2014)

La biodiversidad de aves se registró 874 individuos, referentes a 18 géneros, 19 especies y 14 familias de aves observadas en el área de bosque nativo y árboles de teca reforestados, población que concuerda por el estudio realizado por (Palacios, 2009), el mismo que registró 293 individuos, pertenecientes a 52 especies, 32 familias las cuales están agrupadas en 13 órdenes en la Reserva Ecológica Militar Arenillas.

El índice de diversidad de alfa de las aves fue aumentando acorde al crecimiento de los árboles de teca, alcanzando un valor promedio de 2,85 bits/ind en el transecto 3. Se considera un valor medio de diversidad si comparamos con los índices de biodiversidad calculados para el bosque tropical seco Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Militar Arenillas, con un valor de ($H=2,0$) que indica que la presencia de aves es medianamente diversa (Ochoa y col., 2009).

Las aves lograron un índice de biodiversidad beta promedio de los cuatro monitoreos un valor de 0,257, que representa la probabilidad de presencia – ausencia de las especies de aves; se evidenció valores diferentes entre los transectos y monitoreos es-

tos diferían muy poco entre ellos, y se consideraron como valores de biodiversidad bajos comparados con el estudio realizado por (De Mas Campoverde, 2007), donde registra ($r=0,76$), ($r=0,82$) y ($r=0,88$), y que considera valores bajos de correlación del índice de Routledge.

La biodiversidad de animales, se registró 125 individuos, 10 géneros, 10 especie y 10 familias de animales observadas en el área de bosque nativo y árboles de teca reforestados, cantidad que está acorde con la investigación de (Palacios, 2009), en la Reserva Ecológica Militar Arenillas, él que logró registrar un total de 60 individuos que se encuentran agrupados en 22 especies de mamíferos, correspondientes al 5,76 % del total de los mamíferos presentes en el Ecuador (382 especies). De igual forma el Autor reconoció un total de 201 individuos agrupados en 18 especies entre anfibios y reptiles.

El índice de diversidad de alfa para los animales se incrementó acorde al crecimiento de los árboles de teca, alcanzando un valor promedio de 2,08 bits/ind en el transecto 3. Se considera un valor medio de diversidad si comparamos con los índices de biodiversidad calculados para el bosque tropical seco Plan

de Manejo de la Reserva Ecológica Militar Arenillas, con un valor de ($H=2,0$) que indica que la presencia de animales es medianamente diversa (Ochoa y col., 2009).

Los animales obtuvieron un índice de biodiversidad beta promedio de los cuatro monitoreos un valor de 0,36, que representa la probabilidad de presencia – ausencia de las especies de animales; se observaron valores diferentes entre los transectos y monitoreos estos diferían muy poco entre ellos, y se consideraron como valores de biodiversidad bajos comparados con el estudio realizado por (De Mas Campoverde, 2007), donde registra ($r=0,76$), ($r=0,82$) y ($r=0,88$), y que considera valores bajos de correlación del índice de Routledge.

La biodiversidad de árboles nativos, se registró 748 individuos, 7 géneros, 10 especies y 8 familias que crecen sus rebrotes entre los árboles de teca reforestados, lo que concuerda con el estudio de (Ochoa y col., 2009), sobre la composición florística de la Reserva Ecológica Militar Arenillas, registró en total 79 especies, dentro de 69 géneros y 41 familias que crecen en los dos tipos estructurales de bosque seco identificados.

El índice de diversidad de alfa para los árboles nativos, acrecentó conforme crecieron los árboles de teca, alcanzando un valor promedio de 2,18 bits/ind en uno de los transectos. Lo que se considera un valor medio de diversidad si comparamos con los índices de biodiversidad calculados para el bosque tropical seco Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Militar Arenillas, con un valor de 2,75 que indica que este bosque es medianamente diverso (Ochoa y col., 2009).

Los árboles alcanzaron un índice de biodiversidad beta promedio de los cuatro monitoreos un valor de 0,188, que representa la probabilidad de presencia – ausencia de las especies de árboles nativos; aunque se observaron valores diferentes entre los transectos y monitoreos estos diferían muy poco entre ellos, y se consideraron como valores de biodiversidad bajos comparados con el estudio realizado por (De Mas Campoverde, 2007), donde registra ($r=0,76$), ($r=0,82$) y ($r=0,88$), que considera valores bajos de correlación del índice de Routledge.

CONCLUSIÓN

1. Se evidenció que la fauna del ecosistema del bosque cálido seco del sector de la parroquia Palmal, viene enfrentando graves problemas relacionados con la pérdida de hábitat por la deforestación, caza y degradación de su ambiente, lo que provoca disminución del

agua, áreas de alimentación, sitios de refugio y reproducción.

2. La reforestación con árboles de teca, incrementó la biodiversidad de flora y fauna del sector, con importante aumento de especies y número de individuos por especie, obteniendo así, índices de biodiversidad alfa y beta para aves 2,85 y 0,2057, animales 2,08 y 0,36 y árboles 2,18 y 0,188 respectivamente.
3. Frente a la pérdida del bosque seco del sector de estudio, la reforestación con árboles de teca, constituyó un factor importante que incidió positivamente en la abundancia de las poblaciones de animales, aves y plantas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Burgos, D. (2002). Plan de Desarrollo Cantonal de Arenillas 2002-2012. Arenillas, El Oro, Ecuador : Comité de Desarrollo Cantonal.
- De Mas Castroverde, E. (2007). Evaluación y Predicción de la Biodiversidad, Un modelo con Araneidos en el Parque Natural del Cadí-Moixeró. Editado por Departament de Biologia Animal. Disponible en Internet: http://www.eeza.csic.es/foodweb/colgantes/Tesis_Eva.pdf
- Moreno, C. (2001). Métodos para Medir la Biodiversidad,. Editado por Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Centro de Investigaciones Biológicas. Disponible en Internet: <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
- Ochoa D., Valle, D., Ordóñez, L., Flores, D., Palacios, D. (2009). Plan de Manejo Reserva Ecológica Militar Arenillas-REMA. Disponible en Internet: <http://alfresco.ambiente.gob.ec:8096/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/97310ce7-3c3a-475a-b601-a19f847ef3d3/arenillas.pdf>
- Palacios, F. (2009). Tesis Previa la Obtención del Título de Ingeniero en Gestión Ambiental.» Diagnóstico Socio Económico de las Comunidades Localizadas en la Zona de Influencia de la Reserva Ecológica Militar Arenillas (REMA), Provincia de El Oro. Editado por Universidad Particular de Loja. Disponible en Internet: <http://rsa.utpl.edu.ec:8080/bitstream/123456789/3521/1/338X1026.pdf>

- Salazar, M., Palacios, J., Silva, R. (2007). Planificación Estratégica, Plantaciones Forestales Ecuador 2007 -2012. Editado por Asociación de Industriales Madereros. Corporación para el Manejo Forestal Sustentable. Disponible en Internet: http://ecuador-forestal.org/wp-content/uploads/2010/05/PE_BN.pdf
- Sánchez, R. (2006). La Deforestación en el Ecuador. Editado por Scribd. Disponible en Internet: <http://es.scribd.com/doc/12863293/deforestacionecuador20061>
- Terrádez, M., Juan Angel A. (2006). Análisis de Varianza ANOVA. Disponible en Internet: <http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/ANOVA.pdf>
- Ugalde, L., Flores, M. (2006). Perspectivas Económicas Ambientales de las Plantaciones de Teca bajo Manejo Sostenible en Panamá. Disponible en Internet <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A5152E/A5152E.PDF>
- Vargas, J. (2009). Metodología para Calcular el Índice de Biodiversidad Acuática - Biológica. Caso de Estudio. Editado por Escuela Politécnica del Litoral. Disponible en Internet: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/.../1/Jeffrey%20Vargas.docs>