

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

INFLUENCIA DE LA COBERTURA BOSCOsa Y PATRONES DE
PAISAJE SOBRE LA COMUNIDAD DE AVES EN LA SUBCUENCA DEL
RÍO CAISÁN, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ, 2017.

EVER ARIEL MORALES
4-792-1312

DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ

2017

INFLUENCIA DE LA COBERTURA BOSCOsa Y PATRONES DE
PAISAJE SOBRE LA COMUNIDAD DE AVES EN LA SUBCUENCA DEL
RÍO CAISÁN, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ, 2017.

TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE INGENIERO EN MANEJO DE CUENCAS Y AMBIENTE

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O
PARCIAL DEBE SER OBTENIDA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

APROBADO:

PROF. ING. JOSÉ ABDIEL PINEDA M.Sc.

DIRECTOR

PROF. ING. OVIDIO NOVOA M.Sc

ASESOR

PROF. ING. AMILCAR BEITIA M.Sc

ASESOR

DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ

2017

AGRADECIMIENTOS

Reconocer la ayuda brindada es parte de la humildad propia de una persona, por lo que agradezco:

A Dios: padre todo poderoso, por brindarme un entorno natural, bello y diverso; por esta vida, que me has regalado, y los conocimientos que me has permitido obtener.

A las fundaciones: Fundación para el Desarrollo Integral y Conservación de los Ecosistemas en Panamá (FUNDICCEP), Fundación Naturaleza y Ciencia 507 y al Fondo Fideco/Fundación Natura; por brindarme la oportunidad como becario, y facilitarme lo necesario para la realización de este trabajo de investigación.

A la empresa: Servicios Agro-tecnológicos y asesorías ambientales y al Ingeniero Joel Jaramillo, por facilitarme la información de curvas de nivel, necesarias para el cumplimiento de esta investigación.

A la profesora: Ingeniera Luz Loria, por enseñarme a usar ArcGis, por haberme defendido en su momento y asumir responsabilidades, por ser esa madre, asesora y amiga al mismo tiempo.

A mi asesor: Profesor José Abdiel Pineda, por su cooperación, asesoramiento, orientación y dedicación al desarrollo de esta investigación.

A los profesores: Ovidio Novoa y Amilcar Beitia, por brindar sus conocimientos y experiencia en la corrección y evaluación de este trabajo.

A mis compañeros: Franklin de León, por su colaboración en el diseño de los mapas de la subcuenca del río Caisán, y Keneth Moran por la traducción del resumen al idioma Inglés. A ambos por sus valiosa amistad y consejos.

A mi novia: Stephanie Michel Arjona, por su colaboración en el diseño de imágenes de perfil vertical de las coberturas; por siempre animarme y no dejarme abandonar esto.

A mis padres: Por confiar en mis capacidades y brindarme la ayuda económica para educarme, Por ser mi pilar en la toma de decisiones y enseñarme a creer en la superación personal, en especial tu mamá, Mirna Pinto.

A mis amigos: Miguel Sáez “ficha”, José González “Jordi”, Carlos González “pola”, Cristian Muños “cholo”, Odavis Moreno “cacaroto”, Abdiel Martines “ternera”; por dejarme compartir los cuatros años de Universidad, alquilando juntos, riendo, disfrutando, conversando, celebrando, peleando, y siendo parte de esta hermandad.

A: mis tíos, Florinda de Ortega y Eloy Ortega; mis primos, Jonathan, Gustavo y Moisés. Por haberme dado la hospitalidad durante el tiempo en que he escrito este documento.

A todos aquellos que de alguna forma colaboraron para que culminara esta etapa, con mucha humildad les doy mis más sinceros agradecimientos.

¡Muchas Gracias a todos!

Ever Ariel Morales

DEDICATORÍA

La realización de esta investigación, se la dedico a todas aquellas personas que estuvieron presentes en los momentos más difícil de esta etapa, en especial:

A mis padres: Mirna Doralis Pinto y Felipe Sánchez, a mis hermanos: Crislyn Sánchez y Jeison Morales, a mi sobrina: Rochelee Morales, a mi papá biológico: Arnulfo Morales.

A: Stephanie Michelle Arjona, por motivarme siempre, por tu paciencia y ayuda. Por ser esa persona que complementa mi vida y me da esa confianza para alcanzar cada unas de mis metas y a crecer como persona.

A mis abuelos: Balbina Araúz, Ofelia Pinto, Patrocinio Pinto, Paula Morales, y Sabina López, que cuida de mí desde el cielo. Por ese amor inagotable

A todos aquellos tíos, primos, amigos y conocidos, que en un momento dado se han sentido orgullosos de mí, que han confiado en mis capacidades y que han formado parte de mi vida. Con mucha humildad y cariño les dedico esto.

Ever Ariel Morales

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
PÁGINA DE APROBACIÓN	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORÍA	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Antecedentes	4
1.3. Justificación.....	5
1.4. Objetivos	7
1.4.1. Objetivo general:.....	7
1.4.2. Objetivos específicos:	7
1.5. Hipótesis de estudio.....	7
1.6. Alcance y limitaciones del estudio.....	8
1.6.1. Alcance	8
1.6.2. Limitaciones	8
2. MARCO TEÓRICO	10

2.1. Cuenca hidrográfica	10
2.1.1. Cuencas hidrográficas en Panamá	11
2.1.2. Cuenca del río Chiriquí Viejo	12
2.1.3. Subcuenca del río Caisán	14
2.2. Cobertura de bosque y su importancia	16
2.2.2. Estado de la cobertura del bosque a nivel nacional y regional	17
2.3. Paisaje	20
2.3.1. Patrones de paisaje	20
2.4. Biodiversidad y su importancia.....	21
2.4.2. Biodiversidad en Panamá	22
2.4.3. Biodiversidad de aves de Panamá.....	23
2.4.4. Biodiversidad de aves en la región occidental de Panamá.....	24
2.4.5. Efecto antropogénico en las aves de la región occidental del país.....	26
2.5. Relaciones de las aves y su ecosistema.....	27
3. MARCO METODOLÓGICO	30
3.1. Área de estudio	30
3.2. Metodología	33
3.2.1 Estimación de indicadores de biodiversidad de aves.....	33
3.2.2. Determinación del porcentaje de cobertura boscosa y patrones de paisaje	37
3.2.3. Correlación de datos.....	41
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	44
4.1 Indicadores de biodiversidad de aves	44

4.1.1. Muestreos de aves.....	44
4.1.2. Calculo de Indicadores de biodiversidad	47
4.2. Porcentaje de cobertura boscosa y patrones de paisaje.....	54
4.2.1. Porcentaje de cobertura boscosa	54
4.2.2 Patrones de paisaje	57
4.3. Relación de cobertura de bosque, patrones de paisaje y biodiversidad de aves	86
5. CONCLUSIONES	90
6. RECOMENDACIONES	92
7. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	93
8. ANEXOS	103

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	Pág.
I. RESULTADOS DE MUESTREO DE AVES EN LA SUBCUENCA DE RÍO CAISÁN, 2017.....	44
II. CALCULO DE LA COBERTURA DE LA MUESTRA, SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.....	45
III. RIQUEZA ESPECÍFICA POR SECCIÓN, CALCULADA CON LOS DATOS DE MUESTREOS Y ESTIMADORES, SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.....	49
IV. ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER PARA LAS TRES SECCIONES DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.	52
V. RESULTADOS DE ANÁLISIS ESPECIAL SOBRE COBERTURA DE BOSQUE DEL 2016 EN LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN.	54
VI. TAMAÑOS DE LOS PARCHES DE BOSQUE EN LAS TRES SECCIONES DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.	58
VII. AISLAMIENTO DE PARCHES DE BOSQUE EN LAS TRES SECCIONES DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.	59
VIII. ESPECIES DOMINANTES POR ESTRATOS EN LA COBERTURA DE BOSQUE, PARTE ALTA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.....	62
IX. ESPECIES DOMINANTES POR ESTRATOS EN LA COBERTURA DE RASTROJO O SUCESIÓN NATURAL, PARTE ALTA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.....	64

X.	ESPECIES DOMINANTES POR ESTRATOS EN LA COBERTURA DE POTRERO, PARTE ALTA DE SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.....	66
XI.	ESPECIES DOMINANTES POR ESTRATOS EN LA COBERTURA DE CULTIVOS, PARTE ALTA DE SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.....	67
XII.	ESPECIES DOMINANTES POR ESTRATO EN LA COBERTURA DE RASTROJO O SUCESIÓN NATURAL, PARTE MEDIA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.....	70
XIII.	ESPECIES DOMINANTES POR ESTRATOS EN LA COBERTURA DE POTRERO, PARTE MEDIA DE SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.....	72
XIV.	ESPECIES DOMINANTES POR ESTRATOS EN LA COBERTURA DE CULTIVOS, PARTE MEDIA DE SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.....	74
XV.	ESPECIES DOMINANTES POR ESTRATO EN LA COBERTURA DE BOSQUE, PARTE BAJA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.....	76
XVI.	ESPECIES DOMINANTES POR ESTRATOS EN LA COBERTURA DE RASTROJO O SUCESIÓN NATURAL, PARTE BAJA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.....	78
XVII.	ESPECIES DOMINANTES POR ESTRATOS EN LA COBERTURA DE POTRERO, PARTE BAJA DE SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.....	80
XVIII.	ESPECIES DOMINANTES POR ESTRATO EN LA COBERTURA DE CULTIVOS, PARTE BAJA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.....	82
XIX.	RESUMEN DE RESULTADOS DE COBERTURA DE BOSQUE, VARIABLES DE PATRÓN DE PAISAJE E	

	INDICADORES DE BIODIVERSIDAD DE AVES PARA CADA SECCION DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CASIÁN, 2017.	86
XX.	RESULTADOS DE LA CORRELACIÓN DE LA VARIABLES DEPENDIENTES E INDEPENDIENTES MEDIANTE LA CORRELACIÓN DE SPEARMAN, SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.	87

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	Pág.
1. MAPA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.	30
2. GRÁFICA DE CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES POR SECCIÓN DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.....	48
3. GRÁFICAS DE RIQUEZA CON DIFERENTES ESTIMADORES PARA CADA SECCIÓN DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.....	50
4. GRÁFICA DE FRAGMENTACIÓN DE LA COBERTURA DE BOSQUE EN CADA SECCIÓN DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN EN UN PERIODO DE 4 AÑOS: 2012-2016.	56
5. PERFIL VERTICAL DE LA COBERTURA DE BOSQUE EN LA PARTE ALTA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.....	61
6. PERFIL VERTICAL DE LA COBERTURA DE RASTROJO EN LA PARTE ALTA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.....	63
7. PERFIL VERTICAL DE LA COBERTURA DE POTRERO EN LA PARTE ALTA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.....	65
8. PERFIL VERTICAL DE LA COBERTURA DE CULTIVO EN LA PARTE ALTA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.....	67
9. PERFIL VERTICAL DE LA COBERTURA DE RASTROJO EN LA PARTE MEDIA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.....	69

10.	PERFIL VERTICAL DE LA COBERTURA DE POTRERO EN LA PARTE MEDIA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.....	71
11.	PERFIL VERTICAL DE LA COBERTURA DE CULTIVO EN LA PARTE MEDIA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.....	73
12.	PERFIL VERTICAL DE LA COBERTURA DE BOSQUE EN LA PARTE BAJA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.....	75
13.	PERFIL VERTICAL DE LA COBERTURA DE RASTROJO EN LA PARTE BAJA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.....	77
14.	PERFIL VERTICAL DE LA COBERTURA DE POTRERO EN LA PARTE BAJA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.....	79
15.	PERFIL VERTICAL DE LA COBERTURA DE CULTIVO EN LA PARTE BAJA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.....	81
16.	GRÁFICA DE DOMINANCIA DE COBERTURAS EN LAS TRES SECCIONES DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN.....	83

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	Pág.
1. COORDENADAS DE LOS PUNTOS DE CONTEOS DE AVES DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.	103
2. FORMULARIO DE CAMPO A UTILIZAR PARA LA DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.	104
3. CLAVE DE CODIFICACIÓN PARA LOS TIPOS BIOLÓGICOS DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.	105
4. CLAVE DE CODIFICACIÓN PARA DEFINIR LOS GRADOS DE ARTIFICIALIZACIÓN DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.	105
5. LISTADO DE ESPECIES DE AVES REGISTRADAS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.....	107
6. LISTADO ESPECIES DE AVES AMENAZADAS CON REGISTRO EN LA SUBCUENCA DE RÍO CAISÁN, 2017.....	113
7. TABLAS DE FRECUENCIAS DE TAMAÑOS DE PARCHES DE BOSQUE PARA CADA SECCIÓN DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.	115
8. FOTOGRAFÍAS.....	116
9. MAPAS.....	121

Morales, EA. 2017. Influencia de cobertura boscosa y patrones de paisaje en la comunidad de aves en la subcuenca del río Caisán, provincia de Chiriquí, 2017. Tesis Ingeniería en Manejo de Cuenca y Ambiente. David, Chiriquí, República de Panamá, F.C.A., Universidad de Panamá. 145 p.

RESUMEN

La problemática que presenta la subcuenca del río Caisán es una deforestación con una tendencia en aumento, extracción de recursos de forma inadecuada, falta de sensibilidad por parte de la población; lo que ha ocasionado la transformación del paisaje, deteriorando la flora y limitando la sobrevivencia de la fauna; como es el caso de las aves, que evidencian estos cambios bruscos y presentan algunas especies en lista de amenaza.

El objetivo general de la presente investigación fue determinar la influencia de la cobertura boscosa y patrones de paisaje sobre la población de avifauna en la subcuenca del río Caisán, el cual se logró con la realización de un muestreo de aves aplicando el método de conteo por puntos (Puerta-Piñero *et al.* 2014) en estación seca y lluviosa, permitiendo tener información para calcular riqueza y diversidad (índice de diversidad de Shannon-wiener) de especies como indicadores de biodiversidad. También se determinó el porcentaje de cobertura de bosque para cada sección de la subcuenca, el patrón de paisaje que presentaban mediante el análisis espacial, y la correlación de variables dependientes e independientes, mediante el coeficiente de correlación de Spearman.

El muestreo de aves dio a conocer que a nivel de familia se identificaron 35 en toda la subcuenca, de las cuales 32 familias se identificaron en la parte alta; 28 en la parte media y 31 en la parte baja. Siendo las familias *Tyrannidae*, *Thraupidae*, *Psittacidae*, las mejores representadas en toda la subcuenca del río Caisán.

Entre los resultados se destaca una aceptable riqueza y alta diversidad de especies, con mayor similitud de hábitat para la comunidad de aves en la parte media y baja de la subcuenca, con mejor disponibilidad de recursos en la parte alta y media. Por otra parte, el patrón de paisaje se encuentra dominado por la cobertura de potrero, parches de bosque que presentan un aislamiento poco alarmantes y fragmentos de bosque de diferentes tamaños, presentándose en la parte alta los parches de bosques más grandes.

La correlación dio como resultado que la cobertura de bosque influye en la comunidad de aves por su estructura, arreglo espacial y composición, mas no así por el espacio ocupado en el área geográfica. Mismos resultados aparentan que la fragmentación y el poco porcentaje de la cobertura boscosa aún no está afectando a la comunidad de aves en general pero si dicha tendencia continúa; las 24 especies amenazadas pasarán a estados más críticos, situación que se debe atender lo antes posible, sobretodo la parte alta por presentar el mayor número de especies en amenaza.

Palabras claves: comunidad de aves, riqueza de especies, diversidad de especie, cobertura de bosque, patrón de paisaje, aislamiento de parches, tamaño de parches, fragmentación, disponibilidad de recursos naturales, similitud de hábitat, secciones, subcuenca.

Morales, EA. 2017. Influence of forest cover and landscape patterns on the bird community in the sub-basin of the Caisán River, province of Chiriquí, 2017. Watershed management and environment Engineering thesis. David, Chiriqui, Republic of Panama, F.C.A., University of Panama. 145 p.

ABSTRACT

The problem presented by the sub-basin of the Caisán River is the growing deforestation, inadequate extraction of resources, and lack of sensitivity by the population; causing the transformation of the landscape, deterioration of the flora and limitations in the survival of the fauna; as is the case of birds, which show these sudden changes and present some species on the threat list.

The general objective of this research was to determine the influence of forest cover and landscape patterns on the avifauna population in the Caisán River sub-basin, which was achieved by taking bird sampling using the point counting method (Puerta-Piñero et al., 2014) in dry and rainy season, allowing to collect useful information to calculate abundance and diversity (Shannon-wiener diversity index) of species as indicators of biodiversity. Also, the percentage of forest cover was determined for each section of the sub-basin, and the landscape pattern presented, applying a spatial analysis, and the correlation of dependent and independent variables, using the Spearman correlation coefficient.

The sampling of birds revealed that at the family level, 35 were identified throughout the sub-basin, of which 32 families were identified in the upper part; 28 in the middle part and 31 in the lower part. The families are Tyrannidae, Thraupidae, Psittacidae, the best represented in the entire sub-basin of the Caisan river.

Among the results, an acceptable richness and high diversity of species stands out, with greater similarity of habitat for the bird community in the middle and lower part of the sub-basin, with better availability of resources in the upper and middle part. On the other hand, the landscape pattern is dominated by pasture cover, patches of forest that present a few alarming isolates and fragments of forest in different sizes, found in the upper part, the patches of larger forests.

The correlation showed that forest cover influences the bird community because of its structure, spatial arrangement and composition, but not because of the

space occupied in the geographical area. The same results seem that the fragmentation and the low percentage of forest cover is not yet affecting the bird community in general, but if this trend continues; the 24 threatened species will pass to more critical states, a situation that must be addressed as soon as possible, especially the upper part because they present the greatest number of threatened species.

Keywords: bird community, species richness, species diversity, forest cover, landscape pattern, patch isolation, patch size, fragmentation, availability of natural resources, habitat similarity, sections, sub-basin.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad son muchos los ecosistemas que han sido perturbados por el ser humano, ocasionando alteración en el equilibrio ecológico. Aunque esta es una realidad que se presenta desde hace mucho tiempo, actualmente la situación es alarmante, debido a la pérdida de la cobertura de bosque que sucede a nivel mundial.

En los últimos 50 años, la cobertura boscosa de Panamá se redujo en un 25 por ciento y sigue avanzando según el último informe de Bosque y Biodiversidad en Panamá (MINISTERIO DE AMBIENTE “MIAMBIENTE” 2016). La razón principal, se atribuye al uso de tierras para la ganadería y la agricultura de subsistencia, actividades responsables de pérdida de bosque en subcuencas como la del río Caisán, esta situación influye en la pérdida de hábitat para muchas especies.

Aunado a esta amenaza, se suma la caza y otras situaciones que ponen en riesgo el estado de conservación de comunidades, como las aves, que evidencian estos cambios bruscos y no soportar tal alteración, por ende algunas especies se encuentran en el Listado de las Especies de Fauna y Flora Amenazadas de Panamá (MIAMBIENTE 2016).

Por el estado de las aves, del bosque y otros elementos naturales, en la subcuenca del río Caisán, se ha creado un plan de conservación para esta subcuenca por FUNDICCEP, Fundación Natura y FIDECO (2014), dentro del cual se desarrolló la

presente investigación, que tiene como objetivo general determinar la influencia de la cobertura boscosa y de los patrones de paisaje sobre la riqueza y diversidad de aves en la subcuenca del río Caisán.

Con intenciones de aumentar la comprensión de este tema poco abordado en el país y necesario para la concientización en el lugar de estudio y otras regiones; se expone a continuación las metodologías y resultados obtenidos en el cálculo de indicadores de biodiversidad de aves, determinación de porcentaje de cobertura boscosa y definición de patrones de paisaje para cada sección de la subcuenca. Así como la relación de estas variables.

También se presentan gráficas, análisis y mapas obtenidos en el desarrollo de la investigación y otras consideraciones que permitieron, llegar a las conclusiones con respecto a la forma en que la cobertura de bosque y patrones de paisaje influyen en la comunidad de aves de la subcuenca del río Caisán; así como recomendaciones en pro de la conservación de los recursos naturales del área.

1.1. Planteamiento del problema

La subcuenca del río Caisán, que pertenece a la cuenca del río Chiriquí Viejo, de acuerdo a FUNDICCEP, Fundación Natura y FIDECO (2014), tiene una superficie de 6531,95 hectáreas, de las cuales el bosque es el segundo uso de suelo con mayor porcentaje, superado por el pasto o potrero; con un 32 por ciento de cobertura para el 2008, que es el resultado de una deforestación que arrasó con 47.2 por ciento en

un periodo de 8 años, ya que en el año 2000 la subcuenca presentaba un 79.2 por ciento de cobertura de bosque.

La pérdida de cobertura boscosa es el resultado de actividades ganaderas y agrícolas, propias de la región; actividades, que prosperan por las condiciones edafoclimáticas óptimas del lugar. Este cambio de uso de suelo junto con la cacería, la extracción de recursos naturales de forma inadecuada, no sostenible ni con intenciones de conservación, ha ocasionado la modificación del paisaje, el deterioro de flora y limitación de sobrevivencia de fauna.

Las aves evidencian directamente las perturbaciones que ocurren en su entorno, respondiendo con cambios en su distribución o desplazamiento, reducción de número de especies, abundancia entre otras; ubicando algunas especies en situaciones críticas, como ejemplo el caso de la Pava crestada, clasificada como Vulnerable (MIAMBIENTE 2016).

De igual forma, hay otros individuos del mismo o diferente taxón que se encuentran dentro de listas como especies amenazadas, en riesgo o vulnerables; situación que puede agravarse por la perturbación y actividades antropogénicas que ocurren en el área. Según Laurence y Bierregaard, citado por Enríquez *et al.* (2005), la transformación del bosque a agropaisajes ocasiona la modificación de su composición, reducción de poblaciones y diversidad de especies.

1.2. Antecedentes

FUNDICCEP, Fundación Natura y FIDECO (2014), plantean un plan de conservación para la subcuenca del río Caisán con objetivos y metas orientados a la conservación de la biodiversidad y el manejo sostenible de los servicios ambientales, de acuerdo con el contexto actual, el potencial de uso y el aprovechamiento local de la subcuenca del río Caisán.

Para esta subcuenca se seleccionó y se evaluó, a través de un proceso participativo, cuatro objetos de conservación (OC): la Pava crestada (*Penelope purpurascens*), el río Caisán como sistema lótico, ambos presentando un estado regular; los bosques y las Lagunas de Volcán con un estado pobre. Por ende se proponen monitoreos de aves y un análisis de cobertura, entre otras actividades para conocer su estado actual y enterarse si la situación se ha agravado con respecto a los objetos de conservación.

Por otra parte, en América Latina se han realizado estudios sobre la influencia de los patrones de paisaje sobre la biodiversidad. Parra (2012), realizó una investigación sobre el efecto de los patrones del paisaje sobre la diversidad de orquídeas de bosques nublados del valle del Cauca, donde hace mención que en la actualidad existen pocos estudios sobre la respuesta de grupos biológicos a los patrones del paisaje, y hasta donde se conoce, no hay trabajos que relacionen los patrones del paisaje a escala local con la diversidad de especies.

En Perú, Pérez *et al.* (2008), establecieron la relación entre la estructura del hábitat y la comunidad de aves. Estudio en el cual determinaron una asociación significativa

entre la estratificación y cobertura vegetal con la riqueza y diversidad de la avifauna. Lo que quiere decir, que al aumentar el número de estratos vegetales y el porcentaje de cobertura, mayor será la riqueza y diversidad de aves.

1.3. Justificación

En busca de contribuir con la conservación de la subcuenca del río Caisán, se desarrolló una investigación científica, participando en el monitoreo de aves realizado por la Fundación Naturaleza y Ciencia 507. De esta manera se pudo utilizar y generar datos de biodiversidad de aves, de cobertura y patrones de paisaje, mismos que esperamos sirvan como línea base para futuros estudios de conservación de flora y fauna en otras cuencas a nivel nacional.

La pobre cobertura boscosa, el aumento de la frontera agrícola y la condición de vulnerabilidad de especies de aves como la Pava crestada, y la falta de conciencia de la personas, hacen que esta investigación sea necesaria, para tener una base científica de la importancia que tiene el bosque en la conservación de la fauna y demás servicios ecosistémicos. Sirviendo esto, como herramienta para la comunidad, estudiantes e investigadores que deseen contribuir con la subcuenca del río Caisán u otras regiones que lo ameriten.

Desde este punto de vista, la agricultura del lugar también se favorece con la presencia de avifauna y buen estado del bosque, por ende, los dueños de las producciones y la comunidad en general se ven retribuidos, siendo esta una

justificación para la conservación de dos objetos que no se encuentran en buen estado en la subcuenca del río Caisán.

Cada uno de los beneficios que pueda generar la realización de esta investigación, favorece principalmente al equilibrio ecológico que debe existir en la subcuenca. Beneficiando no solo a la comunidad de aves del lugar, sino también a toda la fauna, porque al conocer cómo se asocian las especies a su entorno, se está asegurando la sobrevivencia de un escalón en la cadena trófica de un ecosistema; así como también a las plantas, por el hecho de que la dispersión de semillas, polinización y control biológico de insectos, dependen en gran parte a las aves.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general:

Determinar la influencia de la cobertura boscosa y de los patrones de paisaje sobre la biodiversidad de aves en la subcuenca del río Caisán.

1.4.2. Objetivos específicos:

- Estimar indicadores de biodiversidad de aves en la parte alta, media y baja de la subcuenca.
- Determinar el porcentaje de cobertura boscosa y patrones de paisaje en cada sección de la subcuenca.
- Relacionar indicadores de biodiversidad de aves con porcentaje de cobertura de bosque y métricas que definen el patrones de paisaje.

1.5. Hipótesis de estudio

- La biodiversidad de aves presentes en cada sección de la subcuenca es influenciada por la estructura de la cobertura de bosque que define el patrón de paisaje de la subcuenca del río Caisán.

1.6. Alcance y limitaciones del estudio

1.6.1. Alcance

La determinación del porcentaje de cobertura boscosa actual que presenta la subcuenca del río Caisán es un elemento importante en este estudio, así como la alteración que ha sufrido en los últimos años, en cada sección (parte alta, media y baja). Además, se definieron patrones de paisaje con dos métricas de configuración espacial: tamaño y aislamiento de parches. También se respaldó con la descripción de la vegetación para cada grado de artificialización o tipo de cobertura, unificando información del 2012 y 2016 sobre cobertura vegetal existente en la subcuenca del río Caisán.

Otro de los alcances de este estudio, fue la realización de dos monitoreos de aves, uno en época seca y el otro en época lluviosa del 2017, en cada sección de la subcuenca del río Caisán, donde se establecieron 10 puntos de muestreos. Los datos recolectados permitieron llegar hasta la determinación de riqueza y diversidad de avifauna como indicadores de biodiversidad.

1.6.2. Limitaciones

En el desarrollo de este estudio la limitación que se presentó fue la realización de parcelas en campo y de un monitoreo extra, debido al alto costo que demanda realizar cierta actividad, por el transporte, tiempo, hospedaje; debido a la extensión de la subcuenca y además, los puntos de muestreos establecidos, se encuentran distantes, siendo accesibles solamente en automóvil de doble tracción.

Entre otras de las limitaciones está el reconocimiento de toda la vegetación en cada punto de muestreo a nivel de especie o familia o la realización de un inventario florístico y mediciones dasométricas. Por ende solo se pudo hacer análisis por descripción general, como especie o formación vegetal abundante, estratos y recubrimiento o porcentaje de sombra.

Fue imposible llegar a determinar hábitos de comportamiento de las aves, dependencia al bosque o a otras coberturas. Por ende, se hace un análisis de la comunidad de aves en general para cada sección, y su relación con la cobertura de bosque y patrones de paisaje como disponibilidad y acondicionamientos de hábitat.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Cuenca hidrográfica

Según Ley 44 de 5 de agosto de 2002 una cuenca hidrográfica es un área con características físicas, biológicas y geografías debidamente delimitadas, donde interactúa el ser humano, en la cual las aguas superficiales y subterráneas fluyen a una red natural mediante uno a varios caudales de caudal continuo o intermitente, que confluyen a su vez en un curso mayor que desembocan en un río principal, en un depósito natural o artificial de agua, en un pantano o directamente en el mar.

Por otra parte, este concepto es definido como espacio o unidad de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas, conformado por un sistema hídrico que conducen sus aguas a un río principal, a un río muy grande, a un lago o a un mar. Este es un ámbito tridimensional que integra las interacciones entre la cobertura sobre el terreno, las profundidades del suelo y el entorno de la línea divisoria de las aguas (López-Baez 2008).

De acuerdo a Basterrechea, citado por López-Baez (2008), existen tres características fundamentales que permiten definir en forma particular a las cuencas hidrográficas:

1. Las líneas divisorias de aguas como límites naturales,
2. Una unidad de territorio drenada por un sistema de afluentes que contribuyen a alimentar un curso de agua principal, el cual a su vez, conduce las aguas

3. superficiales hasta su nivel de base donde la cuenca entrega sus aguas a otro sistema, generalmente otra cuenca, un lago o el mar y,
4. Una dinámica ambiental definida por las interacciones sistémicas entre los recursos agua, suelo y vegetación y el impacto que sobre estas interacciones tienen las decisiones en materia de uso de los recursos naturales tomadas por distintos agentes económicos.

Después de estas definiciones de lo que es una cuenca hidrográfica, es importante señalar que no existe una porción de tierra que no pertenezca a una cuenca, ya que estas divisiones han sido creadas de forma natural, por ende es la mejor manera de planificación y manejo integral de la cuenca.

2.1.1. Cuencas hidrográficas en Panamá

Una serie de cadenas montañosas que se extienden de Este a Oeste define, para la República de Panamá una divisoria de aguas caracterizada por dos vertientes: la del Pacífico, que abarca el 70 por ciento del territorio nacional, y la del Caribe o Atlántico, que ocupa el 30 por ciento restante. En términos generales, la hidrología se caracteriza por la existencia de ríos de corto recorrido cuyos cursos están usualmente orientados en dirección normal a las costas (MIAMBIENTE 2016).

Según Hidromet (2009) el territorio continental e insular de la República de Panamá, con un área de 75524 kilómetros cuadrados, se ha dividido en 52 cuencas hidrográficas. De estas, 18 están en la vertiente del mar Caribe (30 por ciento del territorio nacional) y le corresponden números impares comenzando desde la 87 hasta la 121; y 34 pertenecen a la vertiente del océano Pacífico (70 por ciento del

territorio nacional), con números pares desde la 100 hasta la 166. Cabe destacar que las áreas de las cuencas de la república de Panamá varían entre 133,5 kilómetros cuadrados (cuenca N° 107, de río Platanal) hasta 4984 kilómetros cuadrados (cuenca N° 148 del río Bayano).

Cabe mencionar que en cada región del país, las cuencas tienen características diferentes, como por ejemplo lo que menciona MIAMBIENTE (2016):

- Las cuencas hidrográficas de la parte norte del país están en mejor situación de conservación ambiental, de allí que con algunos parches deforestados se puede observar el Corredor Biológico que recorre el Caribe panameño.
- Los ríos que drenan al Mar Caribe son en promedio más cortos que los ríos que drenan al Pacífico.
- La parte este y oeste del país alberga los ríos que constituyen la fuerza hídrica del país y el uso potencial más fuerte es para la instalación de hidroeléctricas.

2.1.2. Cuenca del río Chiriquí Viejo

La cuenca hidrográfica del río Chiriquí Viejo, con identificación N.º 102, se encuentra en la provincia de Chiriquí y es una de las más importantes por el alto potencial ecológico y recursos naturales. Comprende los distritos de Alanje, Barú, Renacimiento y Bugaba, que acumulan una población total de 65995 habitantes. Posee un área total de 1376 kilómetros cuadrados y se ubica en la vertiente del Pacífico. Su río principal se denomina Chiriquí Viejo, tiene longitud de 161 kilómetros y constituye un efluente del Océano Pacífico (Vegas, 2014). Según MIAMBIENTE

(2016) presenta un Caudal medio de 29,80 metros cúbicos por segundo aportado por 7 subcuencas: río Candela, río Chiriquí Viejo (Parte Alta), río Gariché, río Caisán, río Jacú, río Divalá, río Chiriquí Viejo (Parte Baja).

Esta cuenca se ubica geográficamente en las coordenadas 82,7 Este, 8,5 Norte (UTM 306661, 963053) y presenta características climatológicas con precipitaciones media anual de 3400 milímetros, evapotranspiración media anual de 900 milímetros, con presencia de climas Subecuatorial con estación seca y Clima Oceánico de montaña según la clasificación de Mackay (MIAMBIENTE 2016).

Esta cuenca ha perdido entre el periodo de 2006 al 2012 un dos por ciento de su cobertura, por ende actualmente se estima que presenta un 30 por ciento de cobertura de bosque (MIAMBIENTE 2016). Esta situación es el resultado de la ampliación de las fronteras agrícolas y construcción de infraestructuras como proyectos hidroeléctricos; favoreciendo la presión por la explotación de los recursos naturales, sin la aplicación de instrumentos de gestión ambiental (ordenamiento territorial, planes de manejo integral, etc.).

El uso del recurso hídrico, la ocupación y sobre utilización del espacio geográfico (cuencas hidrográficas); además de la mala administración de los recursos naturales y la poca presencia institucional en estos problemas; han marcado las luchas sociales en la cuenca hidrográfica del río Chiriquí Viejo, a lo largo del tiempo y del espacio (Vegas 2014).

2.1.3. Subcuenca del río Caisán

Esta subcuenca Nace al oeste del humedal Lagunas de Volcán, a una altura de 1300 metros sobre el nivel del mar, y toma dirección oeste-suroeste hasta desembocar en el río Chiriquí Viejo, a una altura de 400 metros sobre el nivel del mar. Lo alimenta una serie de quebradas de consideración, entre ellas Chiquero y Zaina

FUNDICCEP, Fundación Natura y FIDECO (2014), menciona que esta subcuenca tiene la particularidad que en el lado suroeste presenta afluentes pequeños. Por la forma de la red, el tipo es predominantemente dendrítico. En su parte alta se encuentra el humedal Lagunas de Volcán, formado por antiguas calderas volcánicas, que es la única área protegida con una parte dentro de los límites de la subcuenca.

Según la Autoridad de Servicios Públicos (ASEP 2017), la subcuenca está libre de represas, pero hay registros de dos concesiones, por lo que existe temor entre la población que el río Caisán sufra la misma presión a la que está sometido el río Chiriquí Viejo. Es por ello que la población visualiza un inminente deterioro de la flora nativa, lo que limitaría el desplazamiento y la supervivencia de la fauna silvestre existente; además, su principal fuente de agua se vería comprometida o en riesgo (FUNDICCEP, Fundación Natura y FIDECO 2014).

Actualmente la subcuenca cuenta con la ejecución de un plan de conservación, que involucra las principales actividades económicas de la población: agricultura (cultivo de frijoles que es el más destacado) con 28 por ciento de la población, la ganadería (producción lechera) con un 32 por ciento de la población y un 35 por ciento que se

dedican a otras actividades que representan por separado porcentajes mínimos en la economía del lugar.

Desde el punto de vista ambiental-ecogeográfico, la subcuenca presenta diversas condiciones:

- Dos tipos de ecorregiones: los bosques húmedos de Talamanca en las partes alta y media, y la ecorregión de los bosques húmedos del lado Pacífico del istmo de Panamá, en la parte media y baja de la subcuenca.
- Dos ecosistemas: el bosque perennifolio tropical de tierras bajas y el agrosilvopastoril; ambos se caracterizan por ser sitios degradados o convertidos, dedicados principalmente a la producción agrícola o ganadera, tanto para subsistencia como para comercio.
- Registro de al menos 139 especies de plantas, de las cuales 31 son especies amenazadas.
- Registro de 117 especies de aves, 20 de mamíferos, 11 de anfibios y tres de reptiles. Se destacan especies amenazadas nacionalmente como la Pava crestada (*Penelope purpuracens*).
- Registros de especies de fauna acuática importantes para el consumo humano como la liza (*Agonostomus monticola*), los sábalos (*Brycon sp.*), las chobecas (*Cichlasoma sp.*) y los barbudos (*Rhamdia guatemalensis*).

El plan de conservación menciona que se seleccionó cuatro objetos de conservación que fueron validados como los elementos representativos de la subcuenca del río

Caisán: Pava crestada, bosques, río Caisán y una de las lagunas del humedal Lagunas de Volcán.

2.2. Cobertura de bosque y su importancia

La cobertura de bosque es el resultado del recubrimiento que generan los diferentes estratos vegetales en un entorno natural. Contribuyendo al surgimiento de microclimas favorables para la conservación de la biodiversidad y del medio ambiente en ecosistemas complejos. Siendo esta la razón por la cual la cobertura de bosque es considerada como indicador de calidad de biodiversidad.

El estudio de la cobertura de bosque, como lo es su cambio en el tiempo, es una variable espacial medible, que indica su condición y permite evaluar su estatus y tomar decisiones. Lo que concuerda con lo mencionado por MIAMBIENTE (2016), que dice que es de gran importancia cuantificar y localizar el cambio en la cobertura boscosa, para orientar las políticas ambientales y sectoriales del país.

Es necesario conocer que la importancia de la cobertura del bosque radica en el propio bosque, ya que estos cumplen múltiples funciones ecológicas, socioeconómicas y culturales de primera importancia MIAMBIENTE (2016), como las que menciona el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República de Colombia (MINAMBIENTE 2017):

- Regulan el ciclo del agua. Recogen y almacenan el agua, ayudan a evitar las inundaciones,

- Protegen los suelos. Ayudan a controlar la erosión y a evitar derrumbes y deslizamientos,
- Los árboles son uno de los principales sumideros de carbono, al absorber el dióxido de carbono (CO₂) y fijarlo en forma de biomasa.
- y aseguran el sustento de las comunidades rurales (por ejemplo, el bosque contribuye a la recarga de los acuíferos para el riego).

Además, es innegable el aporte del bosque en la protección y funcionamiento de uno de los principales patrimonios naturales: la biodiversidad terrestre, acuática y marino-costera (MIAMBIENTE 2016). Los bosques son el hogar del 80 por ciento de la biodiversidad mundial de plantas y animales y, por ello, su destrucción pone en peligro la supervivencia de muchas especies. En cuanto a la generación de energía hidroeléctrica, el bosque resulta fundamental, pues contribuye a la disponibilidad del agua, a la protección de los embalses y a la reducción de costos de mantenimiento de los generadores (MINAMBIENTE 2017).

2.2.2. Estado de la cobertura del bosque a nivel nacional y regional

La cobertura boscosa del país para el año 2000 fue de 33645,91 kilómetros cuadrados (3 364 591 hectáreas), lo que representa un 45 por ciento de la superficie total del país. De este total, las provincias que mostraron mayor cantidad de bosques fueron: Darién, Panamá, Comarca Emberá- Wounaan y Bocas del Toro, las cuales representaban el 50,2 por ciento de la cobertura boscosa. De esta cobertura, las provincias que mostraron bajos porcentajes fueron: Los Santos y Herrera, con 0,83 y

0,28 por ciento, respectivamente (Autoridad Nacional del Ambiente “ANAM, hoy MIAMBIENTE” 2011).

Según ANAM (2011), a nivel nacional, los bosques naturales maduros tienen una superficie de 30150,02 kilómetros cuadrados, representando un 40,2 por ciento de la superficie total del país. Estos bosques se encuentran localizados principalmente en las provincias de Darién (7775 kilómetros cuadrados), Panamá (4115 kilómetros cuadrados), Comarca Emberá-Wounaan (3953,4 kilómetros cuadrados), Bocas del Toro (3,158.23 kilómetros cuadrados), Comarca Ngäbe-Buglé (2745,9 kilómetros cuadrados), Veraguas (2460,6 kilómetros cuadrados), Colón (2269,3 kilómetros cuadrados) y la Comarca Kuna Yala (2095,5 kilómetros cuadrados).

El ANAM (2011) también menciona que seguido de estos bosques, se encuentran los manglares, mostrando una superficie de 1,744.35 kilómetros cuadrados (174,435 hectáreas), los cuales representaron el 5,2 por ciento de la cobertura boscosa nacional y el 2,3 por ciento de la superficie total del país. Los bosques secundarios maduros cubrieron una superficie de 719,9 kilómetros cuadrados; es decir, un 2,1 por ciento de la superficie boscosa y un 0,96 por ciento de la superficie total del país.

En los últimos cincuenta años, la cobertura boscosa de Panamá se redujo de un 70 por ciento del territorio nacional al 45 por ciento actual, debido principalmente al uso de tierras para la ganadería y la agricultura de subsistencia. La disminución rápida y constante de la superficie boscosa en Panamá durante el periodo 1992 - 2000, que representó un cuatro por ciento de la superficie total del país, nos alerta sobre

prácticas insostenibles en el sector primario, y pone en evidencia las amenazas a la conservación y disponibilidad del bosque a futuro (MIAMBIENTE, 2016).

La reducción de la cobertura boscosa a nivel nacional es un problema que con el pasar de los días parece agravarse, situación de la que no escapa la provincia de Chiriquí, haciendo hincapiés en una de las cuencas más afectada por esta situación que es la cuenca del río Chiriquí viejo, donde se incluyen todas sus subcuencas.

Según FUNDICCEP, Fundación Natura y FIDECO (2014), los parches o fragmentos de bosque que aún persisten a lo largo de la subcuenca se ubican principalmente a orillas del río, mientras que en la parte media y alta se ubican los parches de bosque de mayor tamaño, aunque fragmentados; en la parte baja se encuentran fragmentos en la confluencia con el río Chiriquí Viejo y en el área cercana a Las Planuras.

La vegetación original a lo largo de la subcuenca está alterada significativamente por la deforestación para fines agrícolas y/o ganaderos; es por ello que el tamaño del bosque se ha calificado como pobre. Es importante recuperar los bosques de la subcuenca del río Caisán no sólo por los servicios ambientales que presta sino, también, para conservar las aguas y por los beneficios que obtienen los moradores al extraer plantas medicinales, maderables y artesanales, entre otras (FUNDICCEP, Fundación Natura y FIDECO 2014).

2.3. Paisaje

Desde hace medio siglo el concepto de paisaje se ha convertido en un motivo particular de investigación en la geografía moderna. El término ciencia del paisaje apareció por primera vez en 1884 para desiertos absolutos o lugares de influencia glacial, de los cuales interesaban exclusivamente los procesos físicos.

Troll (2010) define paisaje como “una parte de la superficie terrestre con una unidad de espacio que, por su imagen exterior y por la actuación conjunta de sus fenómenos, al igual que las relaciones de posiciones interiores y exteriores, tiene un carácter específico, y que se distingue de otros por fronteras geográficas y naturales”.

Este autor (Troll 2010), menciona que la definición está relacionada estrechamente con el concepto de ecología, por relacionarse con el entorno del hombre y la variada superficie terrestre que éste tiene que usar de manera adecuada para su desarrollo. Es un entorno natural que el hombre, con sus actividades, transforma siempre de un paisaje natural a un paisaje económico y culturalmente aprovechado.

2.3.1. Patrones de paisaje

El patrón del paisaje está determinado por la composición y estructura de todos los elementos que constituyen un paisaje (Urban citado por Parra 2012). La composición se refiere a la diversidad y abundancia de los tipos de fragmentos en un paisaje; en tanto que la estructura, hace referencia a la organización espacial de los fragmentos

en el paisaje y a las relaciones espaciales entre los mismos (Turner citado por Parra 2012).

La cuantificación y caracterización de la estructura y composición del paisaje permite medir su efecto, comparar diferencias, e identificar cambios significativos a través del tiempo; relacionando patrones del paisaje con funciones ecológicas (Gustafson y Wu citados por Parra 2012).

Patrones de paisaje es definir características específicas que ayudan a describir un ecosistema, para saber cómo funciona la ecología de algunos seres vivos, cuando se trata de biodiversidad de especies de la vida silvestre.

2.4. Biodiversidad y su importancia

La biodiversidad es la variedad de formas de vida en el planeta (incluyendo los ecosistemas terrestres, marinos y los complejos ecológicos de los que forman parte), más allá de la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y entre los ecosistemas. La biodiversidad varía según las distintas regiones ecológicas, y es mucho más alta en las zonas tropicales que en climas templados (Rivera 2015).

El autor (Rivera 2015) alega que La biodiversidad es responsable de garantizar el equilibrio de los ecosistemas de todo el mundo, y la especie humana depende de ella para sobrevivir. Irónicamente, la principal amenaza para la biodiversidad es la acción humana, la cual se manifiesta a través de la deforestación, los incendios forestales y los cambios en el clima y en el ecosistema.

Además de lo mencionado anteriormente, también se considera que la importancia de la biodiversidad se puede sintetizar en dos rasgos esenciales: es el fruto del trabajo de millones de años de la naturaleza, por lo que su valor es incalculable e irremplazable; y es garantía para el funcionamiento correcto del sistema que forman los seres vivos, junto con el medio en el que viven y al que contribuyen para su supervivencia.

2.4.2. Biodiversidad en Panamá

Según la ley N° 24 de 1995 define la biodiversidad como la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte. Comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y los ecosistemas.

Según ANAM hoy MIAMBIENTE (2010), Panamá es el vigésimo octavo país en el mundo con mayor diversidad biológica. Sin embargo, en proporción a su tamaño ocupa el décimo lugar. Panamá, por ejemplo, posee: mayor número de animales vertebrados que cualquier otro país de Centro América o el Caribe; mayor número de especies de aves que los Estados Unidos y Canadá juntos, 3.5 por ciento de las plantas con flores y 7.3 por ciento de los helechos del mundo. Igualmente, Panamá tiene 21 veces más especies de plantas por kilómetros cuadrados que Brasil.

De acuerdo con el mismo autor la posición geográfica de Panamá ha permitido la riqueza biológica que tenemos: 259 especies de mamíferos; 970 de aves; los reptiles contienen 240 especies y los anfibios 190 especies. En cuanto a la ictiofauna, se

reporta un total de 220 especies de peces de agua dulce y 1,157 especies de peces marinos.

Según el Cuarto Informe Nacional de Biodiversidad – Panamá, se tiene información aproximada de 1300 especies con endemismo nacional para Panamá. Del 90 por ciento de especies existentes, 1176, corresponden a especies de plantas, 15 a especies de anfibios, 18 a reptiles, 12 especies de aves, 17 a mamíferos y 56 formas de peces de agua dulce (ANAM hoy MIAMBIENTE 2010).

Según el Primer Informe de la Riqueza y Estado de la Biodiversidad de Panamá, se estimaba que cerca de 5308 especies están amenazadas, de las cuales 5000 son plantas, 205 aves, 10 mamíferos, 48 reptiles y 45 anfibios. Mientras que la legislación nacional protege 263 especies de aves, 57 mamíferos, 48 anfibios, 65 reptiles y 1733 especies de plantas (Araúz *et al.* 1998).

2.4.3. Biodiversidad de aves de Panamá

La República de Panamá con un territorio tan pequeño, algo más de 77000 kilómetros cuadrado, posee una de las avifaunas más ricas del Neotrópico. En el territorio han sido registradas 890 especies. Su posición geográfica es el límite o paso obligado de unas 130 especies migratorias norteamericanas – salvo tres de ellas que proceden de Sudamérica (Delgado 2008).

Weincek (2014), menciona que hay registro de 970 especies de aves y que la cantidad seguirá aumentando por estudios de genética, siendo esta cifra más alta que el número de especies de todo Canadá y Estados Unidos juntos. Más tarde

Audubon Panamá citado por Jiménez (2016), menciona que en el listado hasta febrero del 2016 se registran 1002 especies de aves, colocándose Panamá en primer lugar en la región.

Delgado (2008), también argumenta que el estudio de las aves de Panamá ha sido muy acucioso. Las condiciones históricas han permitido estudios profundos de distribución, siendo la mayor contribución los tomos del Dr. Alexander Wetmore: *The Birds of the Republic of Panamá* (Las Aves de la República de Panamá). El Cuarto tomo fue completado por Olson y R. Pasquier, habiendo quedado inconcluso con el fallecimiento del Dr. Wetmore. En 1976 salió el trabajo ilustrado de Robert S. Ridgely: *A Guide to the Birds of Panamá* (Una Guía para las Aves de Panamá) y para 1979 la monografía del destacado científico panameño Dr. Eustorgio Méndez: *Las aves de Caza de Panamá*.

2.4.4. Biodiversidad de aves en la región occidental de Panamá

Según Delgado (2008), los estudios avifaunísticos de esta zona pertenecen a Blake (1958), Wetmore (1965, 1968, 1973), Wetmore, Olson & Pasquier (1985); Eisenmann y Loftin (1973) condensados por Ridgely (1976). Esta zona ha sido por consiguiente muy privilegiada en lo que a distribución de aves se refiere en el territorio panameño. Esta región es la más rica en diversidad de aves y la más antigua geológicamente hablando, perteneciendo a la gran cadena montañosa centroamericana.

El autor señala que los estudios desarrollados en dicha región arrojan resultados verdaderamente sorprendentes:

- El 15 por ciento de todas las aves registradas en la república son exclusivas del occidente panameño (11,6 por ciento de las aves no-paséridas y el 23,8 por ciento de los paséridos), las que numéricamente representan más de 55 especies endémicas.
- De todas las familias de aves registradas en Panamá (71 en total) sólo los tersinos que son de origen sudamericano, no están representados en la región y; de estas 71 familias, tres son exclusivas de las tierras altas: Zeledonias, mirlos acuáticos y picoleznas. El pajarito *Zeledonia coronata* es monotípico y este endémico habita los densos rastrojos de tierras altas de la región.
- Algunas especies son exclusivas o endémicas de esta región incluyendo el quetzal centroamericano, además de carpinteros. Dentro de las aves paséridas podemos citar como representativos algunos subepalos, horneros y coliespinosos, cotínguidos, cucaracheros, tordos y tángaras.
- De las 130 especies migratorias de tierra firme registradas hasta el momento, 9 de ellas sólo llegan a dichos sectores.

Es importante señalar que el endemismo de la región occidental panameño agrupa el 2.48 por ciento de todas las aves de tierra firme Neotropical, de iguales familias representadas. Este hecho revela la tremenda importancia que requiere la conservación de los bosques de dicha región, basados en el alto potencial genético de aves tropicales (Delgado 2008).

2.4.5. Efecto antropogénico en las aves de la región occidental del país

La zona precordillerana ha sido empleada por décadas para el cultivo de legumbres, dada la productividad de los suelos de origen volcánico. Dichas actividades se han dado en mayor grado entre los 700 metros y 2,300 metros, permaneciendo sólo algunos sectores boscosos mantenidos como sombra para el cultivo de café. En otros lugares, los bosques han sido talados para la ganadería.

Las actividades agropecuarias del sector en mención han incentivado el proceso de deforestación hacia Boquete, Volcán, Cerro Punta y Río Sereno afectando las aves de hábitat boscoso y húmedo, confinándolas paulatinamente hacia tierras más recónditas. Este fenómeno ha incidido en el ritmo migratorio altitudinal como el de la Cotinga de Tres mocos (*Procnias tricarunculata*), conocida localmente como “calandria”. Así mismo, la eliminación de la selva muy húmeda tropical del Pacífico (tierras altas chiricanas) traerá la posible eliminación de varias aves exclusivas de la región occidental (Arcia 2017).

Delgado (2008), menciona que entre algunas amenazas, fuera de pérdida y alteración de hábitat se puede mencionar:

- Comercio ilegal de especies exclusivas de la región occidental de Panamá como el Quetzal además de la cacería eventual de éste por parte del grupo indígena guaymí, cuyas plumas se emplean en la confección de sombreros rituales.

- En los sectores superiores cordilleranos se conoce de la cacería del Pavito negro y de torcazas. La Torcaza de collar (*Columba fascista*) está protegida por Decreto-Ley desde 1969 pero, su aplicación efectiva es limitada ya que, sigue siendo perseguida por supuestos clubes de caza de dicha área.
- El Perico frentirrojo (*Psittacara finschi*) es vendido en Mercados Públicos o, son eliminados por los ataques que hacen a los cultivos agrícolas.

2.5. Relaciones de las aves y su ecosistema

Las aves muestran una estrecha relación con las características estructurales y florísticas de la vegetación cuando seleccionan el hábitat donde residir. Numerosos estudios han demostrado que la estructura física de la vegetación y la composición florística son dos componentes del hábitat que influyen marcadamente en la composición y la abundancia de las aves; en gran medida por su asociación con recursos críticos (como el alimento y los sitios de nidificación) y con la protección contra climas adversos, la predación o el parasitismo de las nidadas (Cody citado por Cueto *et al.* 1995).

Muy pocos saben que las aves, en particular los colibríes y algunos mieleros, tangaras y calandrias, son también importantes polinizadores de cientos de especies de plantas que dependen de ellos para su reproducción sexual. Asimismo, muchas especies de aves que se alimentan de frutos juegan un papel vital en la dispersión de semillas de plantas silvestres, contribuyendo así a la dinámica de renovación de los ecosistemas (Berlangua 2015).

Berlanga (2015), también dice que otras especies (por ejemplo, pericos, guacamayas y gorriones) son verdaderas depredadoras de semillas que limitan la capacidad de reproducción de muchas plantas, lo que influye, al menos en parte, en los balances de supervivencia y dominancia de las plantas y en la estructura de la vegetación en ambientes naturales.

Otro rol fundamental de las aves en el funcionamiento de la naturaleza lo desempeñan aquellas que consumen grandes cantidades de insectos (incluyendo plagas potenciales para los cultivos o transmisores de enfermedades) como, por ejemplo, los mosqueros, las golondrinas y las reinitas; las aves rapaces como los búhos, águilas, halcones y aguilillas que se alimentan de conejos, ratones y reptiles, y las que consumen peces, como las gaviotas, garzas y martines pescadores (Arboleda 2014).

Por último, pero no menos importantes, están las aves carroñeras, como el Zopilote (*Coragyps atratus*) y el Caracara cabeciamarilla (*Milvago chimachima*), que se encargan de remover los restos mortales de otros animales, favoreciendo así el reciclaje de nutrientes y la salud del ambiente. Todas estas aves contribuyen a limitar el tamaño de las poblaciones de sus presas y a mantener un balance dinámico en la naturaleza (Arboleda 2014).

Las aves son animales muy sensibles a cambios en el ambiente y por ello se las considera como especies indicadoras de cambios en la calidad del mismo. Pero, por desgracia, en el mundo actual las aves enfrentan, como nunca antes, fuertes amenazas que ponen en riesgo la viabilidad y el futuro de numerosas especies en

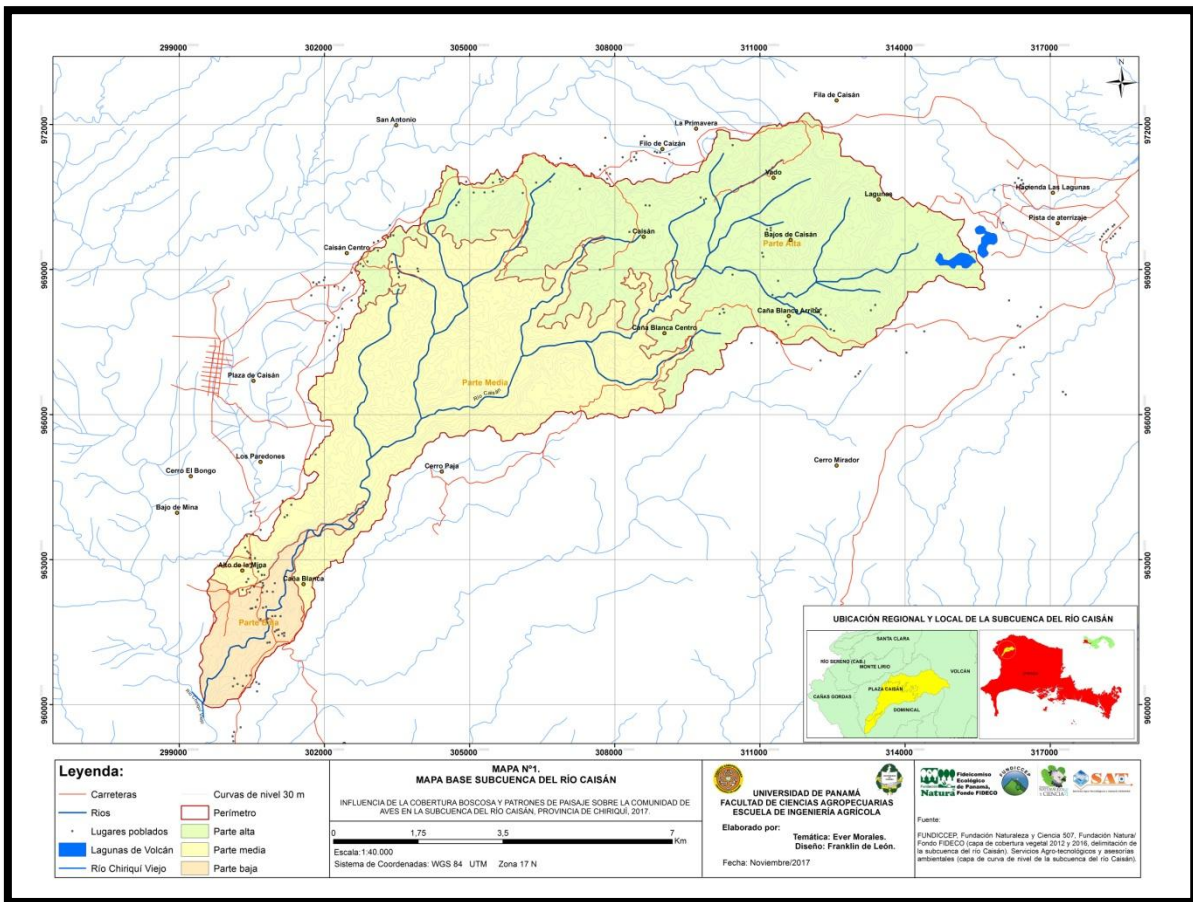
todo el mundo, debido principalmente a los impactos acumulativos de las actividades humanas (Berlanga 2015).

Basándose en lo que se ha mencionado, la importancia que tiene las aves para la naturaleza es incomparable, por ende son consideradas eslabones necesarios para el ecosistema. Por otra parte los beneficios que trae consigo su existencia de alguna u otra manera favorecen en la economía humana, en la belleza escénica, en los estudios ambientales entre otras cosas.

El estudio de las aves como indicadores de: estado y de la salud ambiental, equilibrio ecológico, valoración de la existencia de un bosque, o análisis de las consecuencias de la perturbación natural de un lugar; no puede hacerse por separado, siempre es necesario que se analice la población de estudio y el entorno natural que lo rodea. Porque el solo hecho de la relación, dependencia y la influencia de las aves al entorno y el entorno natural a las aves, mejora el entendimiento del comportamiento de las especies, ayuda a comprender como influye una variable sobre la otra, facilitando acciones de conservación y protección (Villegas y Garitano-Zavala 2008).

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Área de estudio



Fuente: Elaborado por el autor

FIGURA 1. MAPA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

La subcuenca del río Caisán forma parte de la cuenca N° 102 del río Chiriquí Viejo, ubicada en la vertiente del Pacífico. En su superficie se encuentran los corregimientos de Plaza Caisán y Dominical, ambos del distrito de Renacimiento, y el corregimiento de Volcán del distrito de Tierras Altas. Tiene una superficie de 6531,95 hectáreas, de las cuales 45 kilómetros cuadrados pertenecen al corregimiento de Plaza Caisán, 10 kilómetros cuadrados al corregimiento de Dominical y 1,77 kilómetros cuadrados en el corregimiento de Volcán (FUNDICCEP, Fundación Natura y FIDECO 2014).

El cauce principal, llamado río Caisán tiene 21,5 kilómetros de longitud, nace al oeste del humedal Lagunas de Volcán, a una altura de 1300 metros sobre el nivel del mar, y toma dirección oeste-suroeste hasta desembocar en el río Chiriquí Viejo, a una altura de 400 metros sobre el nivel del mar. Lo alimenta una serie de quebradas de consideración, entre ellas Chiquero y Zaina. La mayor elevación se registra en Filo de Caisán con 1420 metros sobre el nivel del mar. (FUNDICCEP, Fundación Natura y FIDECO 2014).

En esta subcuenca se presentan dos zonas de vida según el sistema de clasificación de Holdridge (Tosi 1971): en la parte alta, el bosque pluvial premontano (que ocurre a elevaciones superiores a 400 metros sobre el nivel del mar y hasta los 1300 metros sobre el nivel del mar, la mayor parte de la subcuenca) y el bosque muy húmedo tropical en las partes media y baja (Instituto Geográfico Nacional TOMMY GUARDIA 2016).

El período de lluvias se da entre mayo y diciembre, cuando los vientos del Sur son constantes; las precipitaciones medias anuales oscilan entre 3000 milímetros y 3500 milímetros. La estación seca se da entre enero y abril, cuando los vientos del norte, que bajan desde las altas cumbres de la cordillera Central, generan resequedad para el suelo y atenúan las temperaturas, las cuales tienen un promedio anual de 26,91 grados Centígrados (Empresa de Transmisión Eléctrica, S. A. "ETESA" 2017).

El relieve de esta subcuenca lo definen las montañas compuestas de rocas ígneas extrusivas con pendientes muy fuertes en la parte alta; montañas medias y bajas en la parte media; con pendientes fuertes en las cimas y suave a medianamente inclinadas en los valles; además de montañas bajas y cerros bajos en la parte baja de leve a medianamente inclinados. (FUNDICCEP, Fundación Natura y FIDECO 2014).

Las actividades forestales son la mejor vocación de los suelos de la subcuenca. Se distinguen dos clases de capacidades agrológicas, tipo VI y VII, como favorables para el pasto, los bosques y las tierras de reserva (Instituto Geográfico Nacional TOMMY GUARDIA 2016).

3.2. Metodología

3.2.1 Estimación de indicadores de biodiversidad de aves

3.2.1.1 Muestreo de aves

Para determinar indicadores de biodiversidad de aves, lo primero es realizar un muestreo de aves, por ende se hizo la recolecta de información de las aves que presenta la subcuenca del río Caisán, trabajando y orientado con el grupo de monitoreo de aves de la Fundación Naturaleza y Ciencia 507.

Los muestreos de aves se realizaron en las tres secciones de la subcuenca. En cada sección se aplicó un muestreo de transecto; utilizando los establecidos previamente en el 2016, por Chelina Batista (colaboradora de Naturaleza y Ciencia 507) bajo el cargo de FUNDICCEP. Cada transecto abarcó un recorrido de 2 kilómetros, con 10 puntos cada 200 metros (Batista, 2016) y georeferenciados utilizando un equipo GPS modelo Garmin Map 60CSx y configurado al datum de mapa WGS84 (Ver **anexo 1**).

Se utilizó un número único para cada uno de los puntos de muestreo, de manera que los números no se repitieran y no existiera confusión. Así, en la parte baja de la subcuenca los puntos correspondieron al rango del 1 al 10, en la parte media del 11 al 20 y en la parte alta del 21 al 30. Además se colocó una marca con cinta plástica que indicó el número en cada punto de muestreo, para su fácil ubicación al momento del muestreo.

Para la recolección de datos de aves en la subcuenca se utilizó el método de **Conteo por Puntos**, el cual se encuentra en el listado de “Metodologías para el Sistema de

Monitoreo de la Diversidad Biológica de Panamá (versión en Español)” (Puerta-Piñero *et al.* 2014).

Siguiendo esta metodología, se levantó un inventario de aves en cada uno de los puntos de conteo donde se registraron todas las aves vistas y escuchadas en un radio de 50 metros de distancia máxima (controlado con la utilización de un medidor digital de distancia Range Finder), durante 10 minutos por punto, iniciados luego de pasar de 2 a 3 minutos de espera, para disminuir la perturbación.

Los datos se recolectaron en hojas con formatos preestablecidos en campo. Ya digitalizados los datos, fueron corroborados con grabaciones que se hicieron durante los 10 minutos en cada punto de conteo, y con fotografías de las aves captadas en el momento del muestreo.

En cada sección de la subcuenca estos muestreos se iniciaron con la salida del sol hasta finalizar con el último punto, para aprovechar la mayor actividad que se da a estas horas. Se hicieron repeticiones por tres días consecutivos, durante estación seca y lluviosa, tratando de coincidir con temporadas de reproducción e inventariar el mayor número de especies posibles. De esta manera, se generó un listado por cada muestreo realizado que en total sumaron 6 por cada sección.

Para verificar la eficiencia del muestreo se utilizó, la cobertura de la muestra que según Moreno y Pineda (2015) debe ser estimada con los datos que se obtienen a partir del muestreo, sin necesidad de conocer de antemano las abundancias relativas reales de todas las especies que componen el ensamblaje. Para ello, Chao y Shen (2010) y Chao y Jost (2012) derivaron una ecuación, a partir de la propuesta inicial

de Alan Turing usando la información contenida en la propia muestra, la cual consideran precisa y eficiente.

$$c_n = 1 - \left\{ \frac{f_1}{n} \left[\frac{(n-1)f_1}{((n-1)f_1) + 2f_2} \right] \right\}$$

Donde:

- N: tamaño de la muestra, esto es, el número total de individuos registrados,
- f_1 : número de singletons (especies representadas por solamente un individuo en la muestra,
- f_2 el número de doubletons (especies representadas por dos individuos en la muestra.

3.2.1.2 Cálculos de indicadores de biodiversidad de aves

La identificación de aves realizada en campo fue, por segunda vez, revisada por un experto de la Fundación Naturaleza y Ciencia 507, a través de grabaciones de canto y fotografías. Esta etapa fue fundamental para verificar las especies observadas, según su rango de distribución y actualización de nombres científicos. Para luego obtener un listado filtrado con información actualizada para cada sección y proceder a hacer los cálculos de indicadores de biodiversidad deseados.

Para hacer las estimaciones de biodiversidad de aves, se analizaron dos variables siendo la riqueza específica una de estas, que de acuerdo a Moreno (2001), se refiere a la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas.

Los resultados de la riqueza específica fueron obtenidos con la confección de curvas de acumulación de especies mediante los datos obtenidos en los 6 muestreos realizados para cada sección con la ayuda del soporte lógico (software) EstimateS. De esta manera, se obtiene una curva para cada sección con valores de riqueza específica para la parte alta, media y baja de la subcuenca del río Caisán.

De igual manera se utilizaron los datos para obtener riqueza específica con otros estimadores con la ayuda del software, y así estimar una media aritmética de riqueza específica de especies, para obtener mayor certeza de los resultados, ya que los estimadores están basados en operaciones de probabilidad teniendo como base lo observado en campo en los muestreos realizados.

La segunda variable fue la diversidad basada en la equidad de especies, utilizando el índice de Shannon-Wiener, según Magurran, Peet, Baev, Penev citado por Moreno (2001), este índice expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Para la determinación de este índice se utilizará la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

Donde:

- H' = índice de Shannon-Wiener de diversidad basada en la equidad,
- S = número de especies (la riqueza de especies),
- P_i = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): n_i / N ,

N_i = número de individuos de la especie i ,

N = número de todos los individuos de todas las especies.

Para la determinación de esta variable se usó todos los datos recabados en los muestreos, unidos como valores totales para cada sección. Los resultados fueron corroborados con el software de análisis estadístico InfoStát (Balzarinini *et al.* 2009), en donde se corrieron para un análisis de índices de biodiversidad, seleccionando índice Shannon-Wiener, por ser la variable de interés.

3.2.2. Determinación del porcentaje de cobertura boscosa y patrones de paisaje

3.2.2.1. Porcentaje de cobertura de bosque

El análisis de la cobertura boscosa se realizó con el software ArcGis. Para tal motivo, se utilizaron capas previamente analizadas de imágenes satelitales (shapefile) para delimitar el área de la subcuenca y estimar la superficie cubierta por bosque.

En los shapefile se marcaron la parte alta, media y baja de la subcuenca, definidas por la altitud, esto último con un shapefile de curvas de nivel, delimitando el área que le corresponde. Luego, se marcó lo que está cubierto por bosque (parches de bosque) haciendo mediciones de cada uno de los parches que se presentaban en cada sección y se expresó en hectáreas.

Con los datos obtenidos en el análisis espacial de áreas de los parches se determinó la cobertura boscosa para cada sección de la subcuenca por separado. Utilizando una fórmula matemática simple de porcentaje, la cual se expresa de la siguiente manera:

- Porcentaje de cobertura de bosque = (sumatoria de área con cobertura de bosque/ área total de la sección de la subcuenca)*100.

3.2.2.2. Patrones de paisaje

a. Análisis espacial

El análisis de patrones de paisaje se realizó de igual forma con el software ArcGis. Para tal motivo, se utilizaron capas creadas en el análisis de cobertura de bosque de esta investigación, donde mostraban cada uno de los parches de bosque en cada sección con mediciones de áreas en hectáreas. Posteriormente se procedió a determinar la distancia al parche vecino más cercano de cada uno de los parches, expresando estos en metros.

Los patrones de paisaje fueron definidos por métricas de configuración espacial, en donde se consideraron las siguientes variables: tamaño de los parches (área), aislamiento (distancia euclidiana al vecino más cercano). Ambos conjuntos de datos por sección fueron analizados con el software de análisis estadístico InfoStát (Balzarinini *et al.* 2009), para estimar mediciones de valor máximo, mínimo y desviación estándar, así como la creación de tablas de frecuencia de los valores, y así determinar qué tamaño es más frecuente en cada sección para evitar el sesgo que ocasionaban los datos exageradamente grandes o pequeños en la media aritmética.

b. Descripción de vegetación de las coberturas que conforman el patrón de paisaje.

Con la necesidad de complementar la información del estado de la cobertura que forman parte del patrón de paisaje se describió la vegetación mediante recorridos por cada transecto en las tres secciones de la subcuenca, haciendo observaciones, mediciones y anotaciones en cada uno de los 3 transectos establecidos en la subcuenca

La descripción de la vegetación se desarrolló utilizando la metodología de la Carta de Ocupación de Tierra (COT), definida por Etienne y Prado (1982). Esta metodología permitió el levantamiento de información de un sitio escogido al azar, de manera rápida, para hacer la descripción física de la vegetación que no se puede apreciar a simple vista en un análisis espacial. Esta metodología involucra principalmente, la evaluación de tres variables:

- Formación vegetal.
- Especie dominante.
- Grado de artificialización.

En campo, se utilizó un formulario (Ver **anexo 2**), en el cual se escribió el año y el lugar, en este caso, la sección de la subcuenca: parte alta, media o baja. Se le asignó un número único a cada sitio descrito, los cuales llegaron a ser 30 sitios en total, quedando distribuidos 10 sitios por cada sección de la subcuenca.

Siguiendo la metodología, la primera información que se recolectó al llegar al punto es la formación vegetal, que estará integrada por el tipo biológico y la estratificación. Las categorías a utilizar para definir el tipo biológico de la vegetación fueron: leñoso alto (LA), leñoso medio (LM), leñoso bajo (LB), herbáceo alto (HA), herbáceo medio (HM) y herbáceo bajo (HB). Para cada tipo biológico se distinguió la estratificación, según los rangos definidos en la clave de codificación para los tipos biológicos (Ver **anexo 3**).

Luego de definir la formación vegetal, se determinó el recubrimiento. Para este estudio, se utilizó un densiómetro de espejo o cóncavo. Cada punto de muestreo se dividió en cuatro cuadrantes imaginarios, según el plano cartesiano. Se realizó una medición en cada cuadrante, que consistió en contar las unidades del espejo que no estén cubiertas de sombra. La cantidad de unidades contabilizadas se multiplicó por 1.04; este resultado se restó de 100, y de esta manera se determinó el porcentaje de recubrimiento según metodología (Muñoz 2013). Para cada sitio se estimó un valor promedio de recubrimiento.

Para determinar la especie dominante, se identificó aquella que se observó como la más representativa en el punto de muestreo. Para el grado de artificialización que establece el tipo e intensidad de utilización del recurso, se utilizó la clave descrita por Etienne y Prado (1982), en donde se utilizan nueve categorías y subcategorías (Ver **anexo 4**). Esta clasificación se adaptó según las actividades que se observaron en la subcuenca.

Se realizaron observaciones en cada sitio, identificando elementos o componentes que forman parte del paisaje: lagos, ríos, bosque de galería, condiciones topográficas, rocas y otros. Se anotó toda esa información en el renglón de observaciones establecido en el formulario de campo, ya que fue necesario en la descripción de las características que presenta cada punto.

Cada punto descrito se clasificará en: bosque, rastrojo o sucesión natural, cultivo y potrero. Se unificaron aquellos puntos que presentaron el mismo tipo de cobertura; definiendo de esta manera, las características de vegetación que presenta la parte alta, media y baja respectivamente. Adicional a esto se utilizó el programa ArcGis para analizar un shapefile del tipo de cobertura existente en el 2012. Se realizó el análisis del porcentaje de coberturas para cada sección desde la más abundante a menos abundante, para tener una idea de la matriz del paisaje existente.

3.2.3. Correlación de datos

En busca de correlacionar los datos se calculó un coeficiente de correlación entre las variables establecidas en la investigación. Para esto se utilizó el software análisis estadístico InfoStát (Balzarinini *et al.* 2009), que permitió primeramente evaluar la

normalidad de la distribución de los datos y poder seleccionar una prueba de análisis de correlación o un método aplicado a la situación de los datos.

Basado en esto se seleccionó el método de correlación de Spearman, según Barreto (2011), el coeficiente de correlación de Spearman es una prueba no paramétrica cuando se desea medir la relación entre dos variables y no se cumple el supuesto de normalidad en la distribución de tales valores; se calcula en base a una serie de rangos asignados, los valores van de -1 a 1, siendo 0 el valor que indica no correlación, y los signos indican correlación directa e inversa. Se define con la siguiente ecuación:

$$Sr_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n R(X_{ij})R(X_{ik}) - n\left(\frac{n+1}{2}\right)^2}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n R(X_{ij})^2 - n\left(\frac{n+1}{2}\right)^2\right)\left(\sum_{i=1}^n R(X_{ik})^2 - n\left(\frac{n+1}{2}\right)^2\right)}}$$

Donde:

s_r : Coeficiente de correlación de Spearman para dos variables,

jk : Variables que se desean correlacionar,

$R(X_{ij})$: Rango correspondiente a la i -ésima observación de la variable j ,

$R(X_{ik})$: Rango correspondiente a la i -ésima observación de la variable k ,

n : número de datos.

Las variables que se correlacionaron fueron la cobertura de bosque, datos de patrón de paisaje, la riqueza específica y diversidad basada en la equidad de especies de aves. Siendo las variables de comunidad de aves dependiente, mientras que la cobertura y valores del patrón de paisaje variables independientes.

Para la interpretación de los resultados, se consideró lo que menciona Díaz *et al.* (2014): Si el coeficiente de correlación encontrado va entre 0 y 0,2, entonces la correlación es mínima; si va entre 0,2 y 0,4, es una correlación baja; si va entre 0,4 y 0,6, entonces es una correlación moderada, ya entre 0,6 y 0,8 es una correlación buena; finalmente, entre 0,8 y 1, es una correlación muy buena. Esto mismo aplica en negativo.

De esta manera se pudo analizar cómo influye la cobertura de bosque y los patrones de paisaje en la comunidad de aves, en cada sección de la subcuenca. Determinando si la variable de patrones de paisaje tiene relación con la riqueza y diversidad de aves. De igual manera, se definió si el estado de biodiversidad (riqueza, diversidad) de aves de la subcuenca del río Caisán se ve influenciada por la cobertura boscosa.

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Indicadores de biodiversidad de aves

4.1.1. Muestreos de aves

Los 6 muestreos de aves realizados con la metodología de puntos de conteo permitió generar un listado de especies de aves para la subcuenca del río Caisán (Ver **anexo 5**). Dicho listado reúne información general de las especies, también los datos de la estructura y composición de la comunidad de aves; esto último se muestra en el **cuadro I**:

CUADRO I. RESULTADOS DE MUESTREO DE AVES EN LA SUBCUENCA DE RÍO CAISÁN, 2017.

Tipo de información	Secciones de la subcuenca			Total
	Alta	Media	baja	
Número de familias por sección	32	28	31	35 *
Número especies por sección	89	94	78	147 *
Número de individuos por sección	400	597	453	1 450
Número especies con registro único en cada sección	39	22	10	71
Número especies repetidas en las 3 secciones	38			38
Número especies registradas solamente en la parte alta y media	8			8
Número especies registradas solamente en la parte alta y baja	4			4
Número especies registradas solamente en la parte media y baja	26			26

Fuente: Elaborado por el autor.

Nota: * número total de especies y familias basado en el registro general para la subcuenca del río Caisán en el 2017, mas no en la suma de los registros de cada sección por separado.

De acuerdo a la información que presenta el **cuadro I**, se identificaron 35 familias de aves en toda la subcuenca; de las cuales 32 fueron identificadas en la parte alta, 28 en la parte media y 31 en la parte baja. Las familias mejor representadas fueron: *Ptsittacidae*, *Ardeidae*, *Tyrannidae*, para la parte alta; en la parte media las familias *Tharaupidae*, *Tyrannidae*, *Ptsittacidae* fueron la más representativas; mientras que en la parte baja sobresalieron las familias *Tharaupidae*, *Ptsittacidae*, *Tyrannidae* (Ver **anexo 5**). Esta información justifica que las familias mejor representadas en toda la subcuenca son: *Tyrannidae*, *Tharaupidae*, *Ptsittacidae*.

De acuerdo al **cuadro I** para la subcuenca del río Caisán se registraron un total de 147 especies de aves. FUNDICCEP, Fundación Natura y FIDECO (2014), en el plan de conservación de esta subcuenca registraron un total de 117 especies; mediante metodología de búsqueda intensiva combinada con redes de nieblas distribuidos al azar en puntos clave de la subcuenca; quedando bajo incertidumbre el esfuerzo de muestreo realizado en el 2014.

CUADRO II. CALCULO DE LA COBERTURA DE LA MUESTRA, SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

	Número de singletons	Número de doubletons	Número de individuos	Cobertura de la muestra
Notación	f_1	F_2	N	C_n
Valores	28	22	1450	0,98

Fuente: Elaborado por el autor.

La detección de mayor número de especies en esta investigación (año 2017), puede estar asociada al esfuerzo de muestreo realizado, estimado en un 98 por ciento (Ver **cuadro II**). Otra explicación está asociada a que las fechas de muestreo pudieron

haber coincidido con época de reproducción, explicando así el aumento de especies registradas en esta investigación.

Es más adecuado llevar a cabo los monitoreos durante el mes que antecede y que incluye el inicio de la temporada principal de reproducción de las aves. Ésta es la época durante la cual es más probable que las aves estén vocalizando y, por ende, será más fácil detectarlas. En Panamá, los monitoreos deberán haberse completado entre el 15 de marzo y el 15 de junio (Puerta-Piñero *et al.* 2014).

Según Audubon Panamá citado por Jiménez (2016), menciona que en Panamá hay registro de 1002 especies de aves. Considerando este valor, la subcuenca del río Caisán alberga el 14,77 por ciento de las aves que presenta el país. Según Delgado (2008), la región occidental del país, a donde pertenece el área de estudio, ha sido por consiguiente muy privilegiada en lo que a distribución y riqueza de aves se refiere en el territorio panameño.

Según en el **cuadro I**, la parte media presenta mayor número de especies registradas para esta sección (94 especies); quedando por encima de lo que se registró en la parte alta y baja (89 y 79 respectivamente). Sin embargo el número de especies con registro único fue de 39 especies, en comparación a la parte media y baja que fue de 22 y 10 especies respectivamente.

Es importante señalar que entre las tres secciones de la subcuenca del río Caisán hay una distribución a lo largo de toda la subcuenca de 38 especies, siendo esto un 25,7 por ciento de las especies registradas. Esto significa que este número de especie pueden ser observadas o escuchadas tanto en la parte alta, media o baja, al

menos en época de reproducción, lo que indica que sí existe un grado de similitud en condiciones de hábitat al menos para la especie de aves en la subcuenca.

De igual manera no se puede dejar de mencionar que la parte media y baja tiene mayor similitud ya que comparten 26 especies con registros únicos en estas dos secciones, mientras que la parte alta y media ocupan el segundo lugar en similitud por compartir 8 especies, quedando de último lugar la parte alta y baja con 4 especies (Ver **cuadro 1**).

Es importante aclarar que, si dos áreas comparten un considerable número de especies, el estado de composición o representatividad de las mismas, pueden ser diferentes. Aunque se presenten las mismas condiciones de hábitat, la disponibilidad de recursos para mantener cantidades de individuos por especies puede variar de un área a la otra.

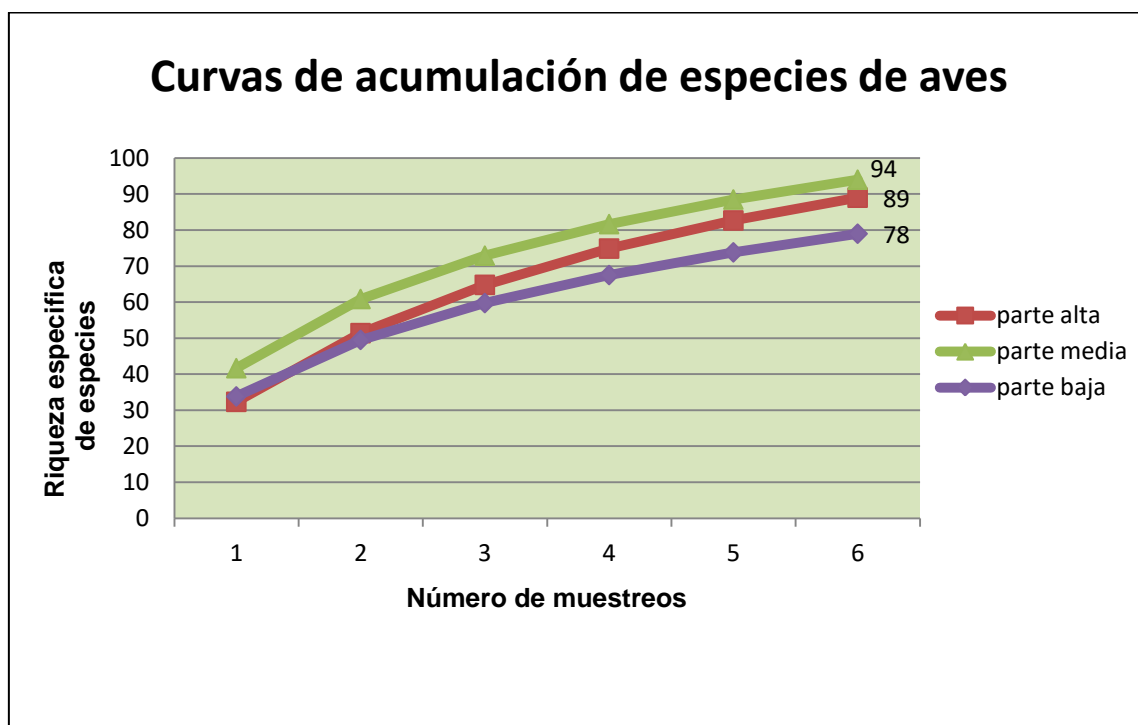
4.1.2. Calculo de Indicadores de biodiversidad

4.1.2.1. Riqueza

Se presenta en la **figura 2** una gráfica de curvas de acumulación de especie para cada sección de la subcuenca, en donde se representa el esfuerzo de muestreo a nivel de campo.

Según la **figura 2**, se observa que con los 6 muestreos realizados, la parte media presenta mayor riqueza específica con 94 especies, mientras que la parte alta con 89 especies y la parte baja con 78 especies. Estos valores obtenidos no definen que es

el número real de especie que puede alojar esta área, es apenas un registro del número de especies que ocurrieron en un espacio y tiempo determinado.



Fuente: Elaborado por el autor.

FIGURA 2. GRÁFICA DE CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES POR SECCIÓN DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

Esta situación mencionada anteriormente, se evidencia por la ausencia de asíntota en las curva de acumulación de especies. Esto indica que es necesario aumentar el esfuerzo de muestro, si se requiere registrar el máximo número de especies que pueda presentar la subcuenca en cada sección. Pero se puede asegurar, que con un

muestreo con mayor esfuerzo en otra ocasión, como mínimo se deben registrar el número de especies que se ha mencionado.

Por esta razón, se utilizan estimadores para tener idea del número de especies que pueden llegar a registrarse, ya que los estimadores están basados en probabilidad y permite ampliar el rango de número de especies y obtener una media para definir la riqueza de especie basada en diferentes escenarios aleatorios, estos resultados se muestran a continuación en el **cuadro III**, como resumen de lo que se muestra en la **figura 3**.

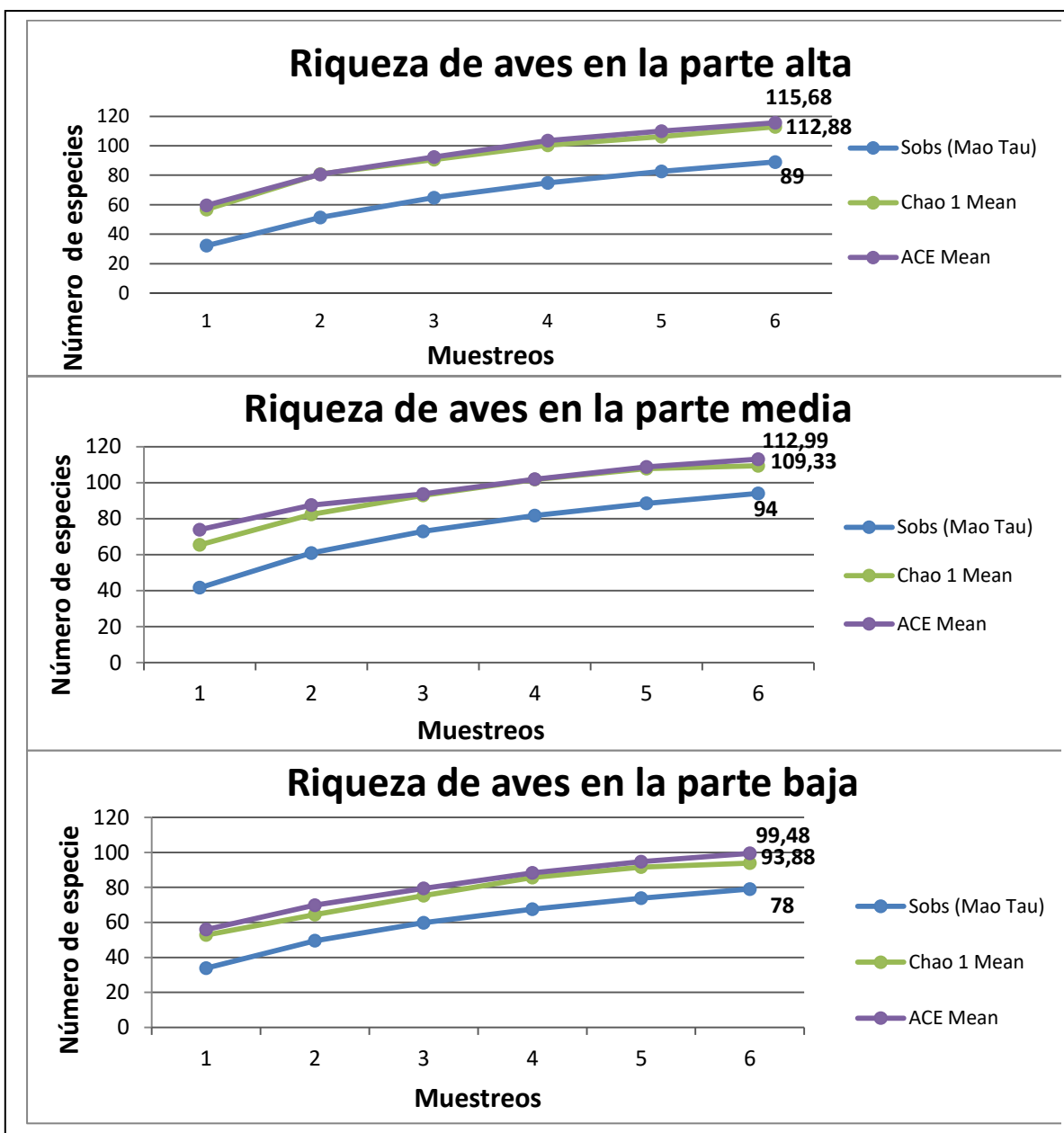
CUADRO III. RIQUEZA ESPECÍFICA POR SECCIÓN, CALCULADA CON LOS DATOS DE MUESTREOS Y ESTIMADORES, SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017

Secciones de la subcuenca	Riqueza de aves			Media
	Sobs (mao tau) (98%)	ACE mean (95%)	Chao 1 (95%)	
Alta	89	116	113	106
Media	94	113	109	105
Baja	78	99	94	90

Fuente: Elaborado por el autor.

Los resultados de riqueza para cada sección de la subcuenca con diferentes estimadores dan a demostrar que el muestreo fue eficiente, por haberse registrado aproximadamente el 85 por ciento de las aves que se podrían presentar en el área, para cada sección por separado, según la probabilidad que exponen los estimadores.

Por otra parte, el **cuadro III** indica que la parte alta presenta mayor riqueza con una media de 106 especies, mientras que la parte media presenta una media de riqueza estimada de 105 especies, dejando por ultimo a la parte baja con 90 especies.



Fuente: Elaborado por el autor.

FIGURA 3. GRÁFICAS DE RIQUEZA CON DIFERENTES ESTIMADORES PARA CADA SECCIÓN DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAIZÁN, 2017.

También se muestra que, entre la parte alta y media la diferencia absoluta en el número de especies es relativamente baja. Lo que quiere decir que a pesar que las

condiciones de hábitat que se presentan en las dos secciones sean diferentes, ambas muestran ser suficientes en disponibilidad de recursos para mantener estos números de especies.

Por otra parte, en otras investigaciones de aves, la riqueza se ha obtenido sin considerar otros estimadores, como el caso que presenta Pérez *et al.* (2008), Ellos reportaron 79 especies de aves en su investigación, donde los muestreos se hicieron en diferentes cobertura, ya que su objetivo principal fue estudiar la relación entre la estructura del hábitat y la comunidad de aves presentes en el fundo “Huaquina”, Quebrada Topará, Perú.

También el caso de Enríquez *et al.* (2005), que reportan una riqueza de 113 especies de aves, obteniendo en un inventario avifaunísticos en 12 fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica. Ya que su objetivo principal fue estimar la riqueza, abundancia y diversidad de aves y su relación con la cobertura arbórea en un agropaisaje dominado por la ganadería en el trópico subhúmedo de Costa Rica.

Ambas investigaciones mostraron resultados diferentes en cuanto a riqueza de especie se refiere en comparación a la presente investigación, ya que Pérez *et al.* (2008) reportaron 79 especies; Enríquez *et al.* (2005) reportaron 113 especies; mientras en la presenta investigación se reportaron 147 especies para toda la subcuena. Esta diferencia se puede justificar por diferencia en la estructuración de la investigación y por haberse llevado a cabo en lugares con condiciones naturales diferentes.

Sin embargo, ambas investigaciones concluyen que los altos números de especies e individuos refleja una alta disponibilidad de recursos como son los sitios de refugio, anidación y forrajeo, debido a la variedad de hábitats, heterogeneidad ambiental que hacen posible la coexistencia de diferentes especies. Lo que da a entender que la subcuenca del río Caisán presenta alta disponibilidad de recursos para alojar gran variedad de especies de aves, presentándose de mejor manera en la parte alta y media de la subcuenca.

4.1.2.2. Índice de diversidad de Shannon-Wiener

Para el caso de diversidad se utilizó el índice de Shannon-Wiener obteniéndose un índice de diversidad para cada sección de la subcuenca. Este índice fue calculado manualmente con la ecuación existente, y luego con el software InfoStát (Balzarinini *et al.* 2009), para efecto de verificación, dando como resultados los mismos valores para ambos casos, lo que da entender la veracidad de los resultados, mismos que se muestran para cada sección de la subcuenca (ver **cuadro IV**).

CUADRO IV. ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER PARA LAS TRES SECCIONES DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

	Secciones de la subcuenca		
	Alta	media	Baja
Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H')	3,99	3,96	3,81

Fuente: Elaborado por el autor.

De acuerdo a lo que menciona Aguirre (2013), el índice de diversidad de Shannon-Wiener de una comunidad en un área se puede interpretar de la siguiente manera:

- Rangos 0 a 1,35 = Diversidad baja,
- Rango de 1,36 a 3,5 = Diversidad media,
- Mayor a 3,5 = Diversidad alta.

Basándose en lo que menciona este autor, cada sección de la subcuenca presenta una diversidad alta, pero haciendo una comparación de las tres secciones, la parte alta presenta mayor diversidad con respecto a la parte media, la parte baja presenta menor diversidad con respecto a las otras dos secciones,

La situación anterior se puede explicar debido a que el índice de diversidad calculado está basado en la equidad. Según Moreno (2001), este índice expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Deduciendo que las especies de la parte alta y media están mejor representadas que la parte baja de la subcuenca de río Caisán.

La diversidad de aves de un área a otra puede variar por la representatividad de especies que se ve influenciada altamente por las especies raras, migratorias entre otras. Situación que comprueban que los hábitat muestran mejores condiciones naturales con variados entornos ecológicos, disponibilidad de diferentes alimentos (polen de flores, frutas, follaje, insectos), refugios, perchas, entre otros.

Concordando esto con lo que mencionan en otras investigaciones de países latinoamericanos, como es el caso de: Bolorges y Lopéz-Mata (2005), Ramírez-Albores (2010), ambas de México; Pérez *et al.* (2008), en Perú; Enríquez *et al.* (2005), en Costa Rica; Chará *et al.* (2008) en Colombia; y Fajardo *et al.* (2006) en

Costa Rica, Nicaragua y Colombia. Todos haciendo énfasis en la importancia en la disponibilidad de recursos en diferentes hábitat para mantener poblaciones de aves y así valores aceptables de diversidad de aves.

4.2. Porcentaje de cobertura boscosa y patrones de paisaje

4.2.1. Porcentaje de cobertura boscosa

Al realizar un análisis espacial con ayuda del software ArcGis y utilizando una capa previamente analizada (shapefile) de cobertura de bosque del 2016, una capa de delimitación de la subcuenca del río Caisán y otra de curvas de nivel; se pudo crear un nuevo shapefile de cobertura de bosque para cada sección de la subcuenca, donde se pudo crear un mapa (ver **anexo 9**) el cual refleja la siguiente información:

CUADRO V. RESULTADOS DE ANÁLISIS ESPECIAL SOBRE COBERTURA DE BOSQUE DEL 2016 EN LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN.

Tipo de Información	Secciones de la subcuenca			Total
	Alta	media	Baja	
Área (Ha)	3318,70	2783,19	430,06	6531,95
Número de parches	183	157	62	402
Cobertura de bosque (Ha)	854,07	954,24	138,69	1 947,002
Cobertura de bosque (%)	25,7	34,29	32,25	29,81*

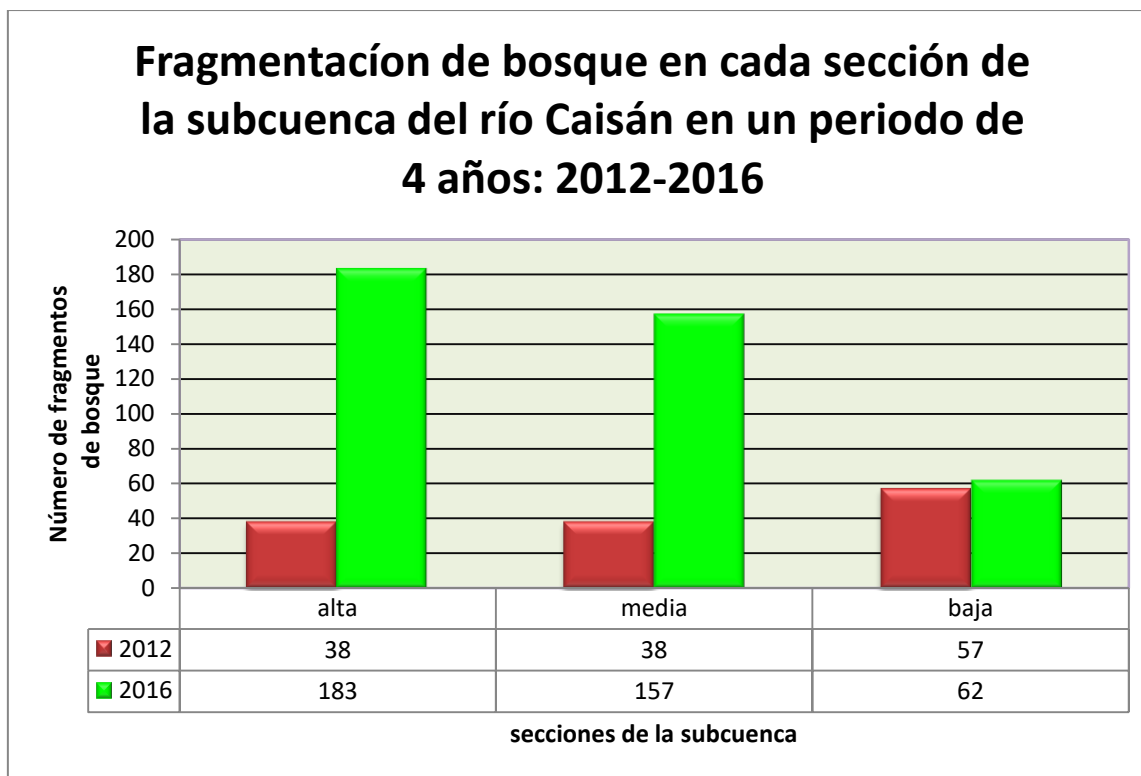
Fuente: Elaborado por el autor

Nota: * porcentaje de cobertura de bosque global en la subcuenca basándose en valores totales de la subcuenca, mas no un resultado de sumas de porcentajes.

De acuerdo a lo que se observa en el **cuadro V**, la parte media presenta mayor porcentaje de cobertura boscosa con 34,29 por ciento, quedando por encima (2,04 por ciento) de la parte baja que presenta 32,25 por ciento y 8,59 por ciento más que la parte alta que presenta un 25,7 por ciento de cobertura

La importancia de cuantificar la cobertura radica principalmente en que el bosque es el elemento fundamental en numerosos aspectos ecológicos, económicos, sociales y culturales (MIAMBIENTE 2017). Además, siendo la parte alta de una cuenca o derivados, que debe tener mejores condiciones de recubrimiento boscoso por el hecho de que los impactos pueden representarse más en la parte media y baja de manera sucesiva y nunca de forma contraria.

La poca cobertura en la parte alta puede ser argumentada por el mayor deterioro causado por actividades antropogénicas. Estas actividades podrían ser las responsables de la modificación del uso de suelo y por consiguiente la fragmentación del bosque, como se muestra en el **cuadro V**.



Fuente: Elaborado por el autor.

FIGURA 4. GRÁFICA DE FRAGMENTACIÓN DE LA COBERTURA DE BOSQUE EN CADA SECCIÓN DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN EN UN PERIODO DE 4 AÑOS: 2012-2016.

De acuerdo a lo que muestra la gráfica, se observa que la parte alta ha sufrido mayor fragmentación, ya que del 2012 al 2016, de 38 fragmentos de bosque pasaron a ser 183. Mientras que la parte media aumentó a 157 fragmentos en el 2016, de un total de 38 que presentaba en el 2012. Y aunque no muy crítico en comparación a la situación de las otras dos secciones, la parte baja paso de tener 57 a 62 fragmentos.

Deduciendo de esta manera que la fragmentación, es el resultado de actividades antropogénicas, se explica entonces que la parte alta de esta subcuenca presente

menor porcentaje de cobertura boscosa, por ser la más impactada. Esta realidad amerita atención para toda la subcuenca en general, debido que la parte media y baja de igual forma presentan altos niveles de fragmentación.

A nivel de la subcuenca en la actualidad se presenta un porcentaje de cobertura de 29,81 por ciento, mientras que el 2012 se presentaba 31,97 por ciento. Según FUNDICCEP, Fundación Natura y FIDECO (2014), la subcuenca del río Caisán en el año 2008 presentaba un porcentaje de cobertura boscosa de 32 por ciento como resultado de una deforestación que arrasó con el 47,2 por ciento en un periodo de 8 años, ya que en el año 2000 la subcuenca presentaba un 79,2 por ciento de cobertura de bosque. Basándose en esto, se puede mencionar que la pérdida de cobertura en la subcuenca va en aumento presentando una tendencia hasta el momento de 2,9 por ciento de pérdida de bosque por año lo que equivale a 189,78 hectáreas.

4.2.2 Patrones de paisaje

4.2.2.1 Análisis espacial

Con la ayuda del software ArcGis se analizó la capa de cobertura de bosque producida en esta investigación, separándola en tres nuevas capas; una por cada sección de la subcuenca. Se crearon de esta manera 3 mapas (ver **anexo 9**), uno por sección, y se obtuvo información con respecto a las dos variables de configuración espacial analizadas (tamaño y aislamiento) que se presenta a continuación.

CUADRO VI. TAMAÑOS DE LOS PARCHES DE BOSQUE EN LAS TRES SECCIONES DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

Tamaño (hectáreas)	Secciones de la subcuenca		
	Alta	Media	Baja
Promedio de valores frecuentes (Ha)	17,22	8,06	1,81
máximo (Ha)	241,09	112,86	17,60
mínimo (Ha)	0,00022	$5,06 \times 10^{-05}$	0,053
Desviación estándar (Ha)	19,04	17,73	3,87

Fuente: Elaborado por el autor.

Como se muestra en el **cuadro VI**, la parte alta presenta parches de mayor tamaño con respecto a las otras dos secciones, donde el 98 por ciento de los parches tiene un tamaño promedio de 17,22 hectáreas. Mientras que en la parte media el 92 por ciento de los parches son de un tamaño promedio de 8,06 hectáreas. Y en la parte baja el 74 por ciento de los parches tiene un tamaño promedio de 1,81 hectáreas (Ver **anexo 7**).

Viéndolo de otro punto de vista, ya sea por tamaño máximo la parte alta presenta parches de mayor tamaño, destacando de esta manera que el parche más grande de bosque en la subcuenca del río Caisán se encuentra en la parte alta con un tamaño de 241,09 hectáreas.

Por otra parte, si juzgamos cada sección por el tamaño máximo versus el tamaño mínimo, nos damos cuenta que en la parte alta presenta un rango de tamaño más amplio, y la parte baja un rango de tamaño más estrecho; lo que indica y permite asegurar que independiente del tamaño de una muestra para medir el tamaño actual, la parte baja seguirá presentando parches de tamaño pequeños.

CUADRO VII. AISLAMIENTO DE PARCHES DE BOSQUE EN LAS TRES SECCIONES DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

Aislamiento (metros)	Secciones de la subcuenca		
	Alta	Media	Baja
Promedio (m)	56,93	47,05	26,68
máximo (m)	381,67	295,04	136,92
mínimo (m)	3,83	4,36	4,01
Desviación estándar (m)	64,69	49,49	25,53

Fuente: Elaborado por el autor.

Con respecto al aislamiento se puede observar en el cuadro VII, que la parte alta presenta el aislamiento entre parches más alto en comparación a las otras dos secciones, con una media aritmética de 56,93 metros. Mientras que la parte media presenta un aislamiento promedio de 47,05 metros, valor que supera al que se presenta en la parte baja que es de 26,68 metros.

Cabe mencionar que el grado de aislamiento fue establecido por una medición de distancia euclidiana de un parche al vecino más cercano. Según Aguayo *et al.* (2006), esta medida ha sido ampliamente utilizada para cuantificar el grado de aislamiento de los parches. Aunque esta medida a menudo se utiliza, es importante reconocer que, desde la perspectiva de la o las especies en estudio, el parche más cercano en distancia no siempre es el más cercano en términos funcionales.

Tanto el tamaño como el aislamiento son medidas que permiten conocer la disponibilidad de hábitat. En el caso del tamaño de parche, según Aguayo *et al.* (2006), esta es una medida que permite interpretar en una primera aproximación la disponibilidad de hábitat en un paisaje fragmentado. Se considera entonces, que la

parte alta presenta mayor disponibilidad de hábitat, a pesar de su fragmentación por el tamaño de sus parches con respecto a las otras dos secciones.

Por otra parte la variabilidad de tamaños de parches que se presentan en toda la subcuenca se puede justificar como lo menciona el autor citado anteriormente, **“la variabilidad en los tamaños de fragmentos indican que la presión de la actividad humana ha sido heterogénea en el paisaje”** (Aguayo *et al.* 2006).

4.2.2.2. Resultado de la caracterización de la vegetación que conforman el patrón de paisaje en la subcuenca del río Caisán.

Esta caracterización reúne información general de los diferentes tipos de cobertura que presenta cada parte de la subcuenca, agrupando de esta manera, características como: estratos y formación vegetal, sombra, grado de artificialización, especies dominantes entre otras observaciones. Permitiendo saber de forma general la composición, estado, manejo, y características de los patrones de paisajes definidos.

a. Parte alta

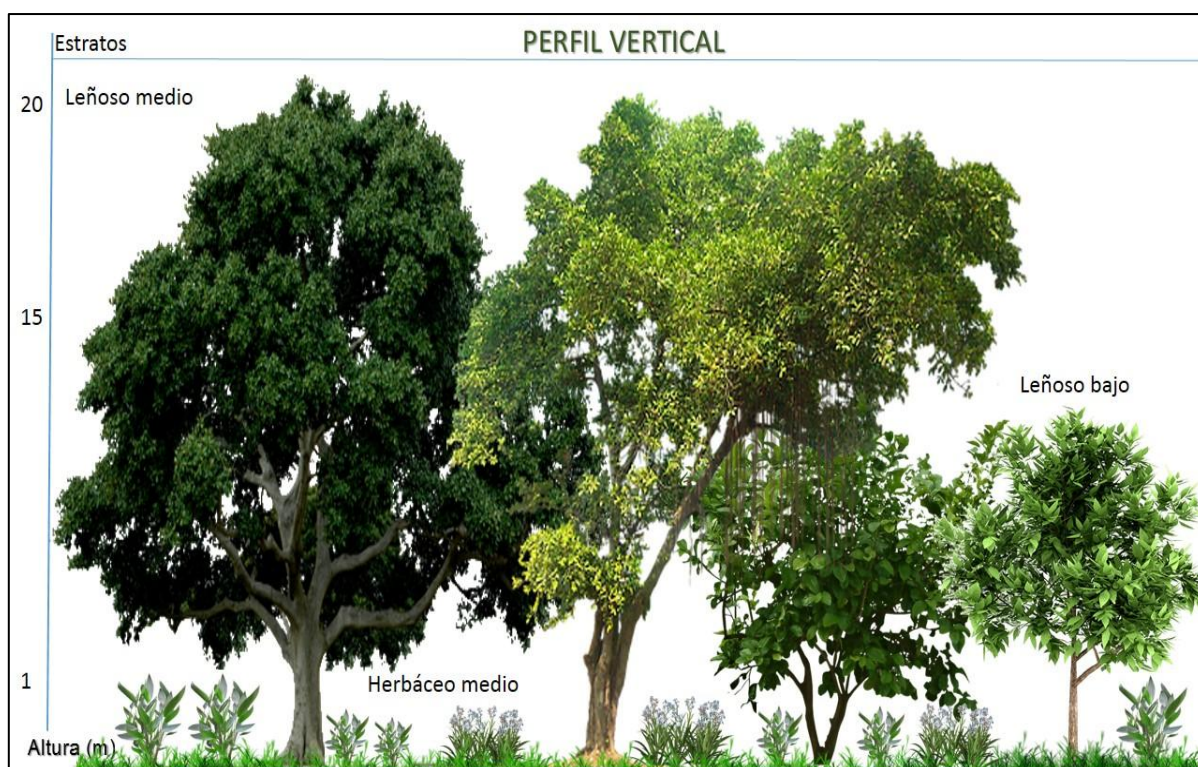
➤ Bosque

En este tipo de cobertura con facilidad se identifican tres estratos:

- **Estrato leñoso medio:** Aquel dominado por especies leñosas que no sobrepasan los 30 metros de altura.
- **Estrato leñoso bajo:** Caracterizado por la predominancia de especies leñosas que no sobrepasan los 15 metros de altura.

- **Estrato herbáceo:** Predomina una vegetación totalmente herbácea que no supera los dos metros de altura.

Este tipo de cobertura presenta un porcentaje de sombra promedio de 82 por ciento, con un grado de artificialización de bosque poco intervenido, con presencia de helechos arborescentes y plantas con flores. Los bosques se encuentran dispersos en fragmentos en toda la sección, pero presentan mejor conservación los que se encuentran aledaños a las lagunas de volcán.



Fuente: Elaborado por el autor.

FIGURA 5. PERFIL VERTICAL DE LA COBERTURA DE BOSQUE EN LA PARTE ALTA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

CUADRO VIII. ESPECIES DOMINANTES POR ESTRATOS EN LA COBERTURA DE BOSQUE, PARTE ALTA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

Estrato	Leñoso medio	Leñoso bajo	Herbáceo medio
Altura	15-30 metros	Menores a 15 metros	1 a 2 metros
Especies	<i>Nectandra globosa</i> (Aguacatillo) <i>Ficus benjamina</i> (Ficus) <i>Callophillum longifolium</i> (María) <i>Simarouba amara</i> (Aceituno)	<i>Solanum sp</i> (arbustos varios) <i>Piper sp</i> (arbustos varios) <i>Guettarda chiriquensis</i> <i>Lippia sp</i> (arbustos varios) <i>Conostegia chiriquensis</i>	<i>Heliconia latispatha</i> (Chichica) <i>Polygomun acumulatum</i>

Fuente: Elaborado por el autor.

➤ Rastrojo o sucesión natural

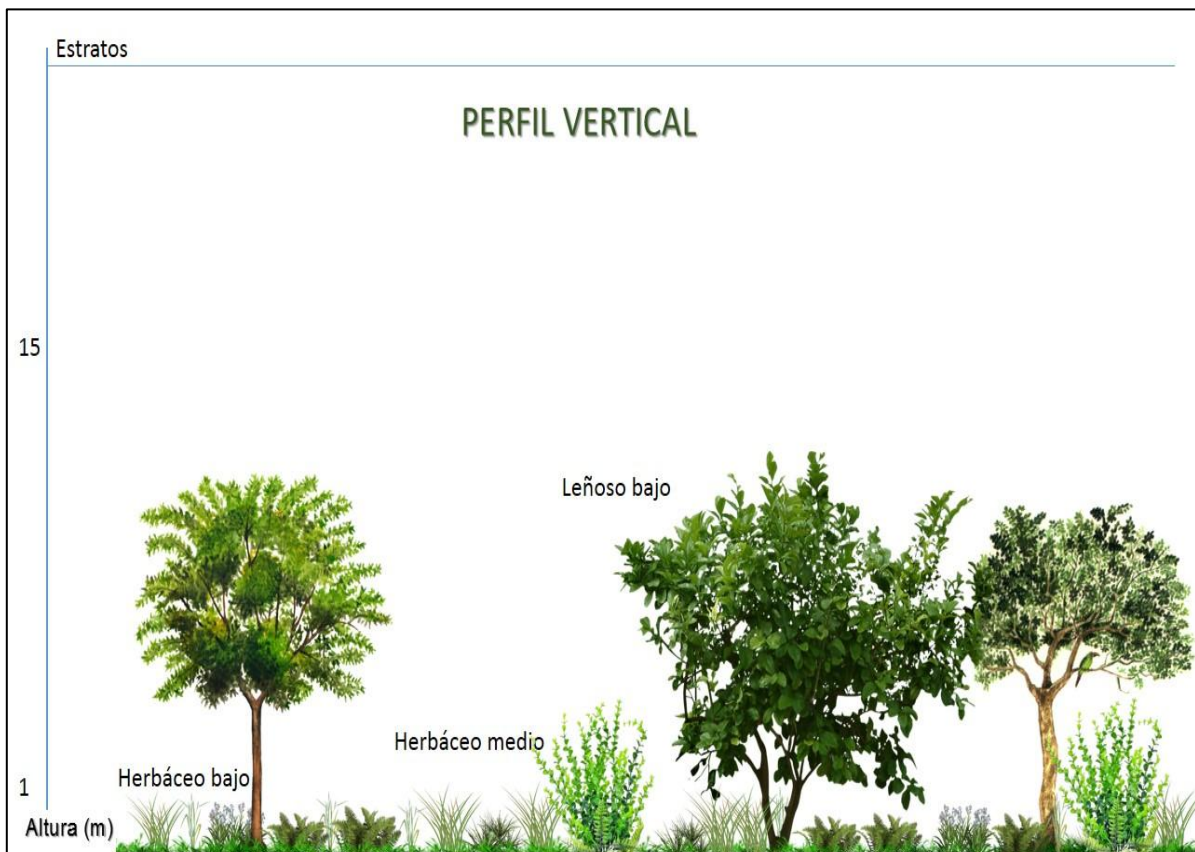
En esta área, por lo general este tipo de cobertura aparece después de un mal manejo de potreros y se encuentran en terrenos con pendientes fuertes, limitando con bordes de bosques y cultivos. En las partes de mayor elevación altitudinal de esta sección de la subcuenca, pueden encontrarse con menor frecuencia este tipo de vegetación.

Hay mejor representatividad de los siguientes estratos:

- **Estrato leñoso bajo:** con predominancia de especies menores a 15 metros de altura.
- **Estrato herbáceo medio:** compuesto por especies herbáceas de uno a dos metros de altura.

- **Estrato de herbáceo bajo:** caracterizado por especies herbáceas de baja altura, las cuales no sobrepasan un metro de altura.

La cobertura presenta un porcentaje de sombra promedio de 50 por ciento y se ha catalogado con el grado de artificialización de “Sucesión inicial (presencia de especies pioneras, pastos nativos, malezas, especies semileñosas de crecimiento rápido”.



Fuente: Elaborado por el autor.

FIGURA 6. PERFIL VERTICAL DE LA COBERTURA DE RASTROJO EN LA PARTE ALTA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

CUADRO IX. ESPECIES DOMINANTES POR ESTRATOS EN LA COBERTURA DE RASTROJO O SUCESIÓN NATURAL, PARTE ALTA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

Estrato	Leñoso bajo	Herbáceo medio	Herbáceo bajo
Altura	Menores a 15 metros	1 a 2 metros	Menores a 1 metro
Especies	<i>Solanum sp</i> (arbustos varios) <i>Piper sp</i> (arbustos varios) <i>Guettarda chiriquensis</i> <i>Lippia sp</i> (arbustos varios) <i>Conostegia chiriquensis</i> <i>Psidium guajava</i> (guyaba)	Familia <i>Vitaceae</i> (bejucos) <i>Polygomun aciculatum</i> <i>Panicum sp</i> (pastos guinea) <i>Calathea lutea</i> (bijao)	<i>Elephantopus sp</i> (malezas) <i>Cynodon sp</i> (malezas) <i>Ageratina sp</i> (maleza) <i>Pteridium aquilinum</i> (helecho)

Fuente: Elaborado por el autor.

➤ Potrero

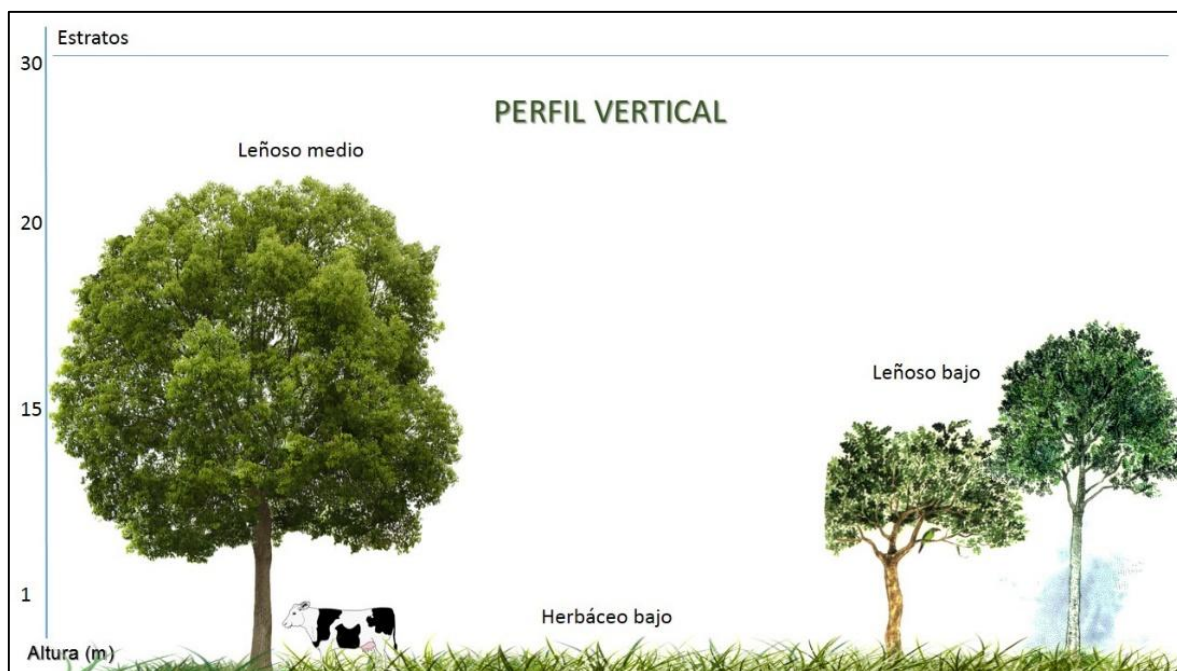
Esta cobertura es la más marcada en esta sección, siendo uno de los usos de suelo más conflictivo de la cuenca. Generalmente se concentran en la parte más baja del área, donde la parte alta y media de la subcuenca limitan abarcando los terrenos con pendientes medias a bajas.

Se utilizan cercas muertas en pasturas mejoradas, con ciertos árboles dispersos, situación contraria a cuando la pastura es nativa, donde es visible el mayor número de árboles dispersos y cercas muertas. Se presenta el sobrepastoreo, razón por la cual en muchos casos este tipo de cobertura pasa a ser rastrojo; además es común encontrar cárcavas profundas en algunos accesos donde el ganado vacuno consume agua del río.

Obviamente esta cobertura es dominada por especies de los siguientes estratos:

- **Estrato herbáceo bajo:** generalmente pasturas que no sobrepasan un metro de altura.
- **Estrato leñosos medios:** caracterizado por la presencia de especies que sobrepasan los 15 metros de altura.
- **Estrato leñoso medio:** predomina arboles de mediana altura, que va desde los 15 metros hasta los 30 metros de altura.

El grado de artificialización corresponde a pasturas con árboles dispersos. Los estratos no herbáceos para este tipo de cobertura en esta sección de la subcuenca generan un porcentaje de sombra promedio de 47 por ciento.



Fuente: Elaborado por el autor.

FIGURA 7. PERFIL VERTICAL DE LA COBERTURA DE POTRERO EN LA PARTE ALTA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

CUADRO X. ESPECIES DOMINANTES POR ESTRATOS EN LA COBERTURA DE POTRERO, PARTE ALTA DE SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

Estratos	Herbáceo bajo	Leñoso bajo	Leñoso medio
Altura	Menor a 1 metro	Menor a 15 metros	15 a 30 metros
Especies	<i>Brachiaria sp</i> (Braquiaria)	<i>Erythrina Fusca</i> (palo santo)	<i>Cedrela odorata</i> (Cedro amargo)
	Pasturas nativas heterogéneas	<i>Diphysa americana</i> (Macano)	<i>Inga edulis</i> (Guaba de mono)
	Malezas varias	<i>Psidium guajava</i> (Guayaba)	<i>Inga spectabilis</i> (Guaba de machete)
			<i>Persea americana</i> (Aguacate)

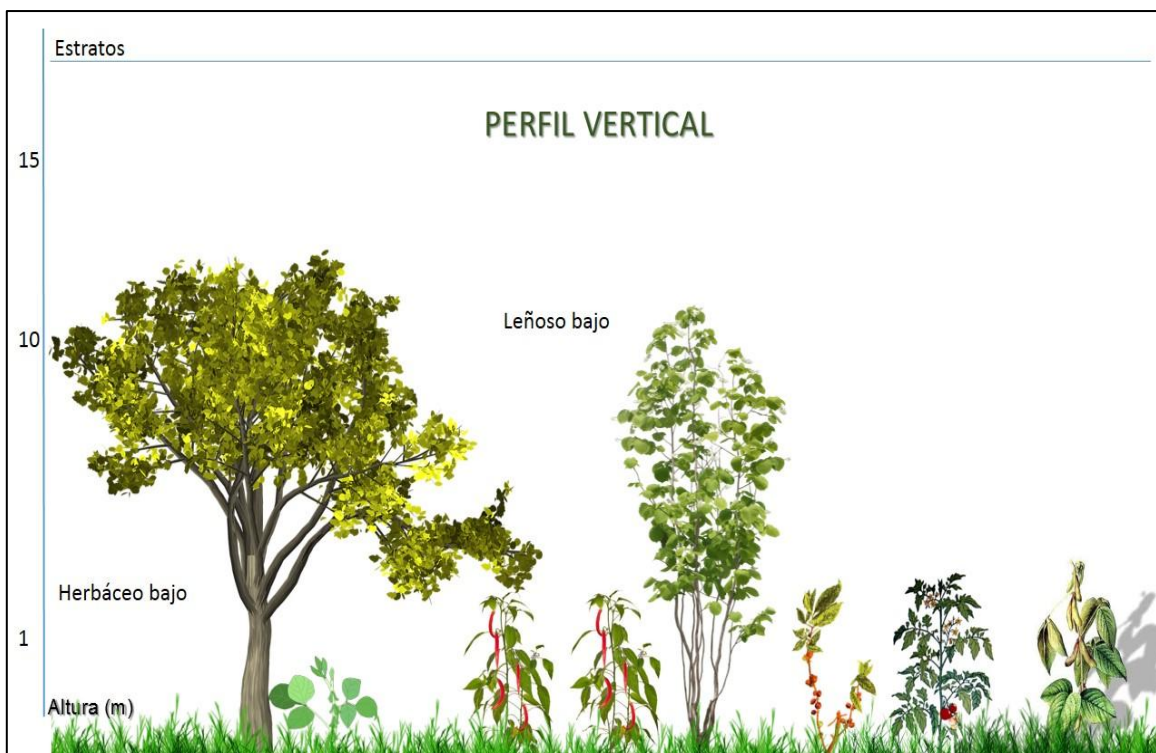
Fuente: Elaborado por el autor.

➤ Cultivo

Tipo de cobertura poco común en esta sección de la subcuenca. La actividad se realiza de forma intensiva con amplia tecnología, razón por la cual no es común ver extensas parcelas de producción y las que existen nunca están baldías.

Generalmente esta cobertura está dominada por especies que generan un porcentaje de sombra promedio de 30 por ciento y un grado de artificialización de cultivos anuales, agrupándose en dos estratos:

- **Estrato herbáceos bajos:** con especies menores a un metro de altura.
- **Estrato leñosos bajos:** predominan las especies leñosas menores a 15 metros.



Fuente: Elaborado por el autor.

FIGURA 8. PERFIL VERTICAL DE LA COBERTURA DE CULTIVO EN LA PARTE ALTA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

CUADRO XI. ESPECIES DOMINANTES POR ESTRATOS EN LA COBERTURA DE CULTIVOS, PARTE ALTA DE SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

Estratos	Herbáceo bajo	Leñoso bajo
Altura	Menor a 1 metro	Menor a 15 metros
Especies	<i>Cajanus cajan</i> (Guandú)	<i>Capsicum annuum</i> (Ají)
	<i>Phaseolus vulgaris</i> (Poroto)	<i>Capsicum annuum</i> Group (Pimentón)
	Hortalizas variadas	<i>Diphysa americana</i> (Macano)
		<i>Erythrina fusca</i> (Palo santo)

Fuente: Elaborado por el autor.

b. Parte media

➤ Bosque

Generalmente los bosques de esta sección pueden encontrarse formando parte de lo que aún queda del bosque de galería del cauce principal y recubriendo ojos de aguas y quebradas; donde las condiciones físicas del terreno impiden el pastoreo. También se pueden observar reductos de bosques en cimas de cerros, así como en pequeños parches que definen el límite de los potreros en lugares con alta pendiente. Es común observar algunas epífitas, bromelias y orquídeas (FUNDICCEP, Fundación Natura y FIDECO 2014).

Para este tipo de cobertura no se tiene información del porcentaje de sombra, grado de artificialización, número de estratos distinguibles, y qué especies dominan cada uno, por razones de dificultad de acceso a estos puntos. Por ende se recurrió a la revisión bibliográfica para describir algunos aspectos relevantes de la cobertura.

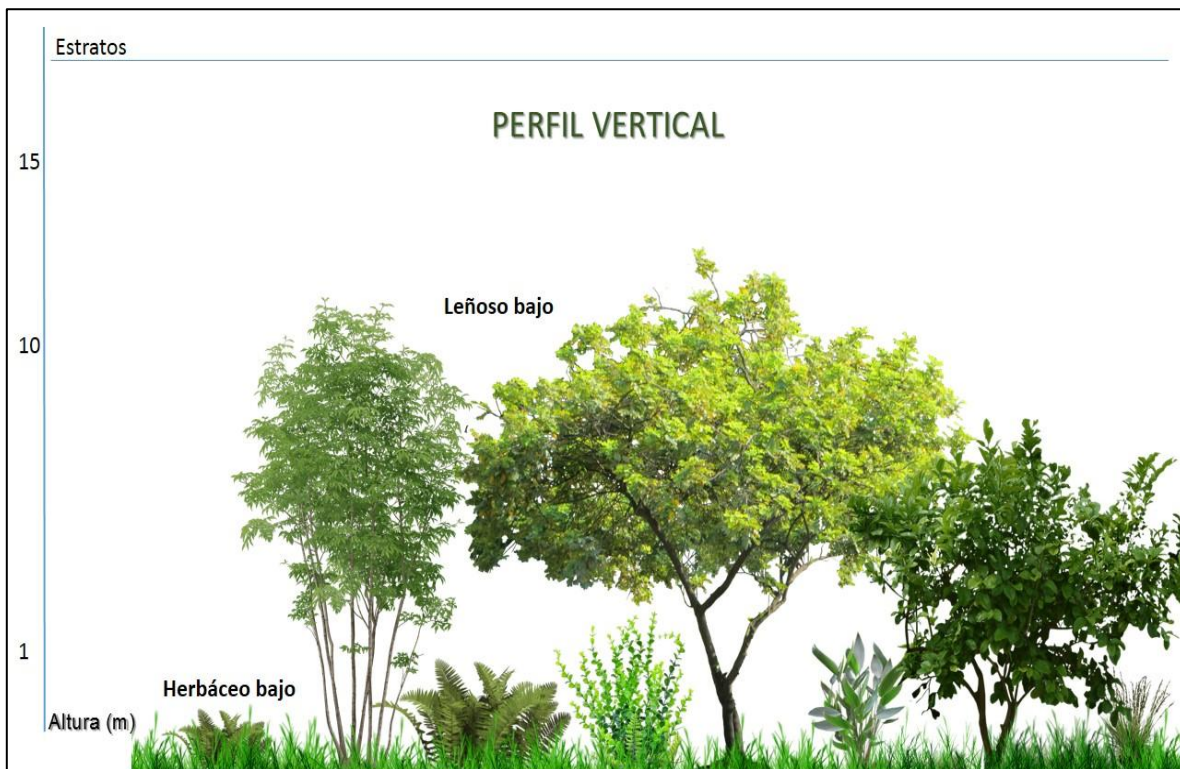
➤ Rastrojo o sucesión natural

Tipo de cobertura que se presenta en terrenos con pendiente intermedia, presencia de piedras de gran tamaño cerca al bosque de galería, forman parte del fin de la frontera agrícola. Al igual que en la otra sección, presentan evidencia que fueron áreas con pasturas, pero el mal manejo deterioró el pasto y aumentó la presencia de arbustos, también se utiliza el barbecho para luego transformarlos en áreas de cultivos, situación que es poco común.

Esta cobertura presenta dos estratos identificables con facilidad:

- **Estrato leñoso bajo:** especies con tamaños menores a 15 metros de altura.
- **Estrato herbáceo bajo:** con especies con un crecimiento menor a un metro de altura.

Presenta un porcentaje promedio de sombra de 43 por ciento con un grado de artificialidad de “sucesión inicial (presencia de especies pioneras, pastos nativos, malezas, especies semileñosas de crecimiento rápido”.



Fuente: Elaborado por el autor.

FIGURA 9. PERFIL VERTICAL DE LA COBERTURA DE RASTROJO EN LA PARTE MEDIA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

CUADRO XII. ESPECIES DOMINANTES POR ESTRATO EN LA COBERTURA DE RASTROJO O SUCESIÓN NATURAL, PARTE MEDIA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

	Leñoso bajo	Herbáceo bajo
Estratos		
Altura	Menor a 15 metros	Menor a 1 metro
Especies	<i>Miconia argénte</i> a (Canillo) <i>Piper sp</i> (Arbustos varios) <i>Psidium guajava</i> (Guayabo) <i>Diphysa americana</i> (Macano) en cercas vivas <i>Inga edulis</i> (Guaba de mono)	Clase <i>Pterophyta</i> y <i>Filicopsida</i> (helechos) Malezas herbáceas Familia Vitaceae (bejucos) <i>Brachiaria sp</i> (Braquiaria) degradada Pasto nativos

Fuente: Elaborado por el autor.

➤ Potrero

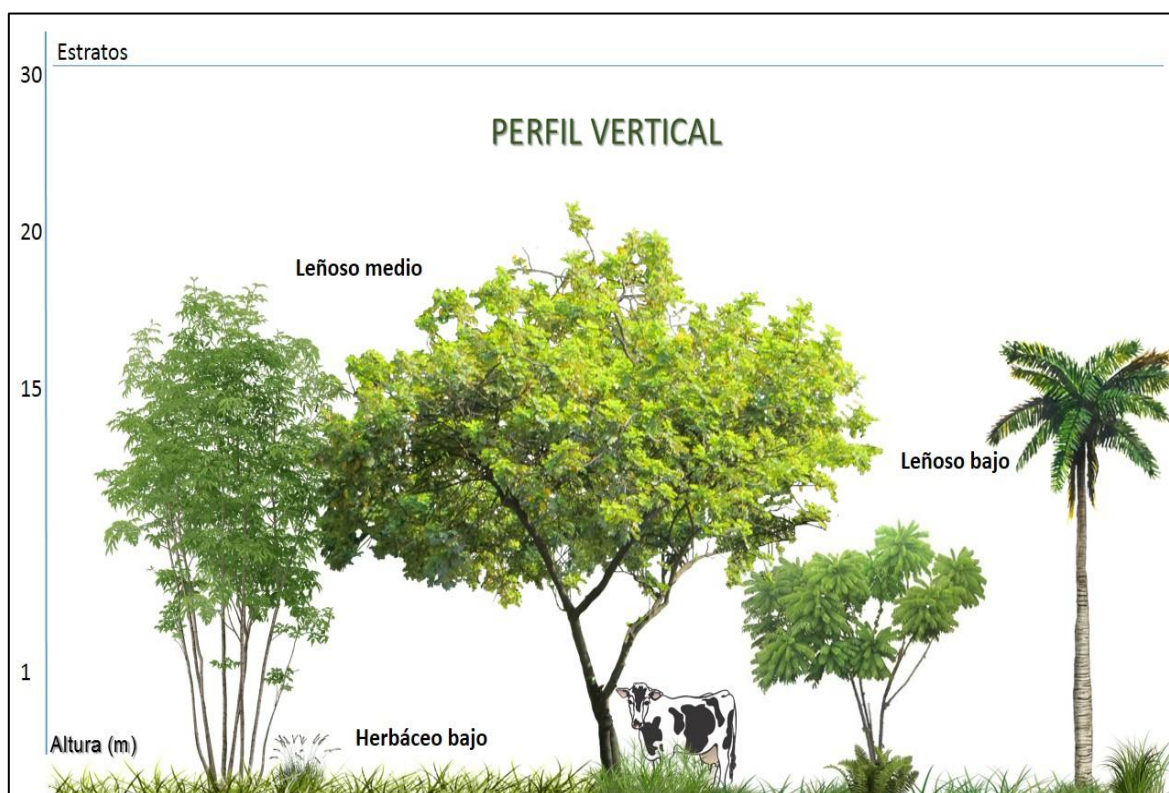
Tipo de cobertura que domina esta sección de la subcuenca, además la parte media, es sobresaliente por presentar el mayor porcentaje de potreros en toda la subcuenca.

Esta cobertura en su mayoría presenta pastos mejorados utilizando árboles forestales dispersos, con presencia de numerosos ojos de agua que forman humedales y pasturas que llegan hasta el borde del río. Se controla la maleza con gran frecuencia utilizando agroquímicos y es común infraestructuras como corrales que se encuentran cercas al cauce del río.

Se distinguen tres estratos:

- **Estrato herbáceo bajo:** con dominancia de especies menores a un metro como es característico de cualquier potrero,
- **Estrato leñosos bajos:** caracterizado por presencia de especies menores a 15 metros.
- **Estrato leñosos medios:** especies de tallo leñoso con crecimiento que va desde los 15 hasta los 30 metros de altura.

En esta sección de la subcuenca se puede encontrar esta cobertura con porcentaje de sombra promedio de 32 por ciento y el grado de artificialización se denomina como pastura con árboles dispersos.



Fuente: Elaborado por el autor.

FIGURA 10. PERFIL VERTICAL DE LA COBERTURA DE POTRERO EN LA PARTE MEDIA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

CUADRO XIII. ESPECIES DOMINANTES POR ESTRATOS EN LA COBERTURA DE POTRERO, PARTE MEDIA DE SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

Estratos	Herbáceo bajo	Leñoso bajo	Leñoso medio
Altura	Menores a 1 metro	Menores a 15 metros	15 a 30 metros
Especies	<i>Brachiaria sp</i> (Pasto braquiaria) Otros pastos mejorados Pastos heterogéneos <i>Sida acuta</i> (Escobas) Orden <i>cyperus</i> (malezas) Clase Pterophyta y Filicopsida (helechos)	<i>Ficus benjamina</i> (Ficus) <i>Attalea butyracea</i> (Palma real) <i>Cedrela odorata</i> (Cedro amargo)	<i>Diphysa americana</i> (Macano) en cercas <i>Psidium guajava</i> (Guayabas) <i>Guazuma ulmifolia</i> (Guácimo) <i>Inga edulis</i> (Guaba de mono)

Fuente: Elaborado por el autor.

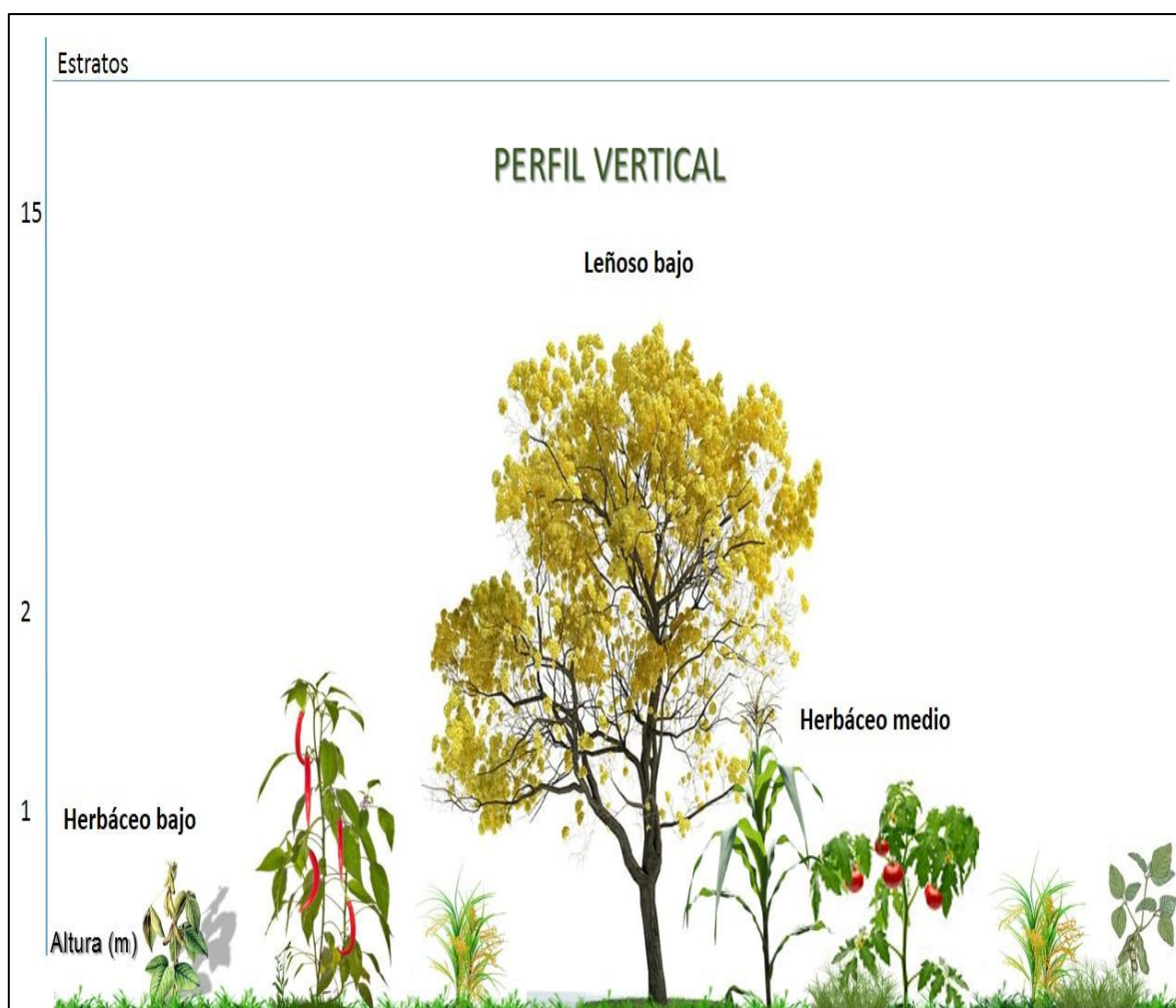
➤ Cultivo

Esta cobertura se desarrolla en terrenos con pendientes leves a fuertes, generalmente se utiliza cercas vivas para delimitar zonas de cultivo como forma de prevención a entrada de ganado, se utiliza el riego por goteo en algunas fincas, se aprovecha la fertilidad de los suelos pero se descuida la erosión del mismo. Se utiliza controles de plagas con agroquímicos y algunas fertilizaciones complementarias para cada tipo de cultivo.

Generalmente esta cobertura en esta sección genera un promedio de 30 por ciento de sombra, el grado de artificialización se denomina cultivos anuales y se pueden distinguir 3 estratos:

- **Estrato herbáceo bajo:** se caracteriza por especies menores a un metro.

- **Estrato leñoso bajo:** predomina las especies leñosas menores a 15 metros.
- **Estrato herbáceo medio:** aquel que está representado por especies de uno a dos metros de altura.



Fuente: Elaborado por el autor.

FIGURA 11. PERFIL VERTICAL DE LA COBERTURA DE CULTIVO EN LA PARTE MEDIA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

CUADRO XIV. ESPECIES DOMINANTES POR ESTRATOS EN LA COBERTURA DE CULTIVOS, PARTE MEDIA DE SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

Estratos	Herbáceo bajo	Herbáceo medio	Leñoso bajo
Altura	Menores a 1 metros	1 a 2 metros	Menores a 15 metros
Especies	<i>Phaseolus vulgaris</i> (Poroto) <i>Vigna unguiculata</i> (Frijol de bejuco) <i>Oryza sativa</i> (Arroz) <i>Solanum tuberosum</i> (Papa)	<i>Zea mays</i> (Maíz)	<i>Capsicum annuum</i> (Ají) <i>Solanum lycopersicum</i> (Tomate) <i>Diphysa americana</i> (Macano) <i>Guazuma ulmifolia</i> (Guácimo) <i>Erythrina fusca</i> (Palo santo)

Fuente: Elaborado por el autor.

c. Parte baja

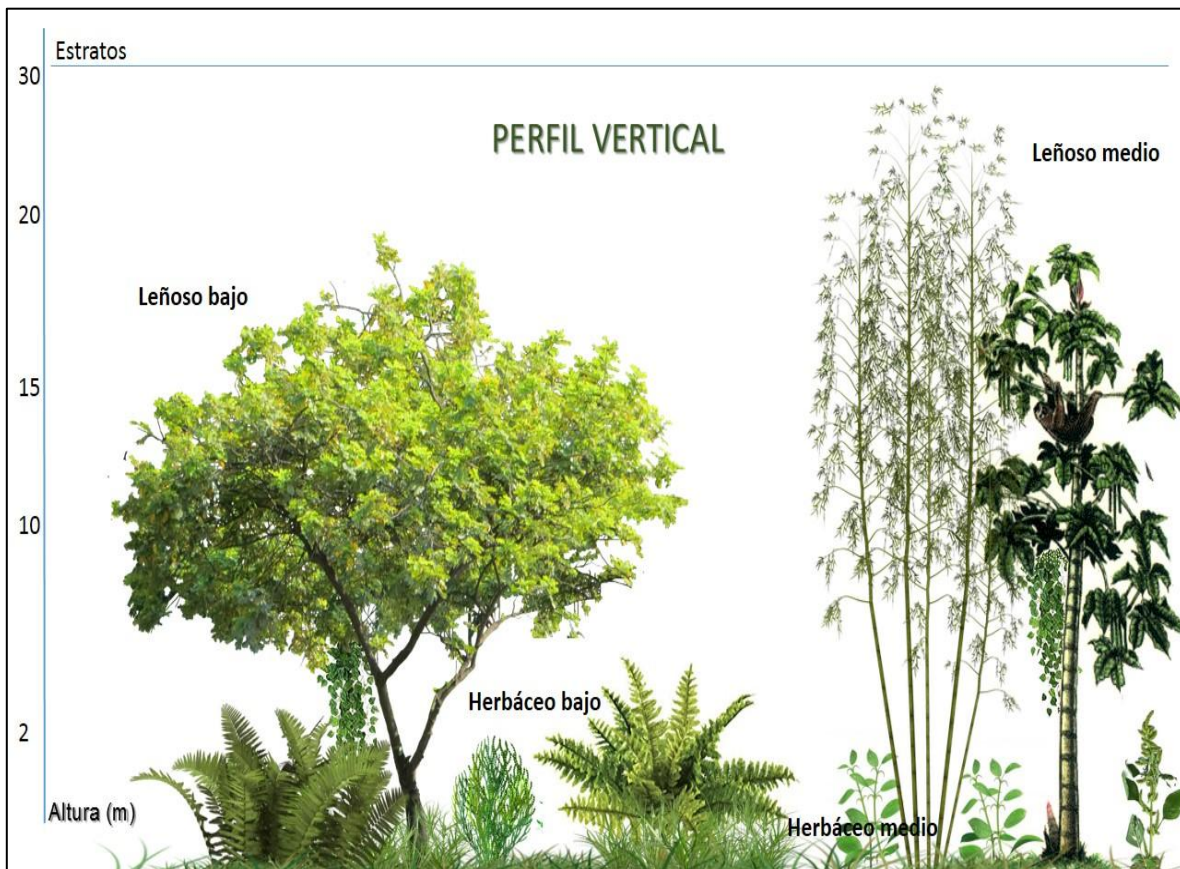
➤ Bosque

Esta cobertura se encuentra en terreno con pendiente fuerte, como bosque de protección de ojos de aguas con dosel denso, forman parte del bosque de galería limitando con potreros, o en aquellas fincas donde aún no se ha podido incursionar por algunas razones, ejemplo la inclinación del terreno.

En esta sección de la subcuenca, generalmente el porcentaje de sombra promedio es de 80 por ciento y un grado de artificialización de bosque poco intervenido, donde se aprecian cuatro estratos para este tipo de cobertura:

- **Estrato leñosos medios:** definido por especies de 15 a 30 metros de altura.
- **Estrato leñosos bajos:** aquel que presenta especies leñosas menores a 15 metros de altura.

- **Estrato herbáceos medios:** especies con tallos herbáceos con tamaños que van de uno a dos metros de altura.
- **Estrato herbáceos altos:** especies con crecimientos mayores a dos metros de altura.



Fuente: Elaborado por el autor.

FIGURA 12. PERFIL VERTICAL DE LA COBERTURA DE BOSQUE EN LA PARTE BAJA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

CUADRO XV. ESPECIES DOMINANTES POR ESTRATO EN LA COBERTURA DE BOSQUE, PARTE BAJA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

Estratos	Leñoso medio	Leñoso bajo	Herbáceo medio	Herbáceo bajo
Altura	15 a 30 metros	Menores de 15 metros	1 a 2 metros	Menores de 2 metros
Especies	<i>Ochroma pyramidale</i> (Balso) <i>Anacardium excelsum</i> (Espavé) <i>Cecropia peltata</i> (Guarumo) <i>Bambusa sp</i> (Bambú)	<i>Acalifa diversifolia</i> (Palito feo) Familia Vitaceae (Bejucos) Otros arbustos	<i>Machaerium kegelii</i> (Uña de gato) Familia Vitaceae (Bejucos)	<i>Cyathea arbórea</i> (Helechos gigantes)

Fuente: Elaborado por el autor.

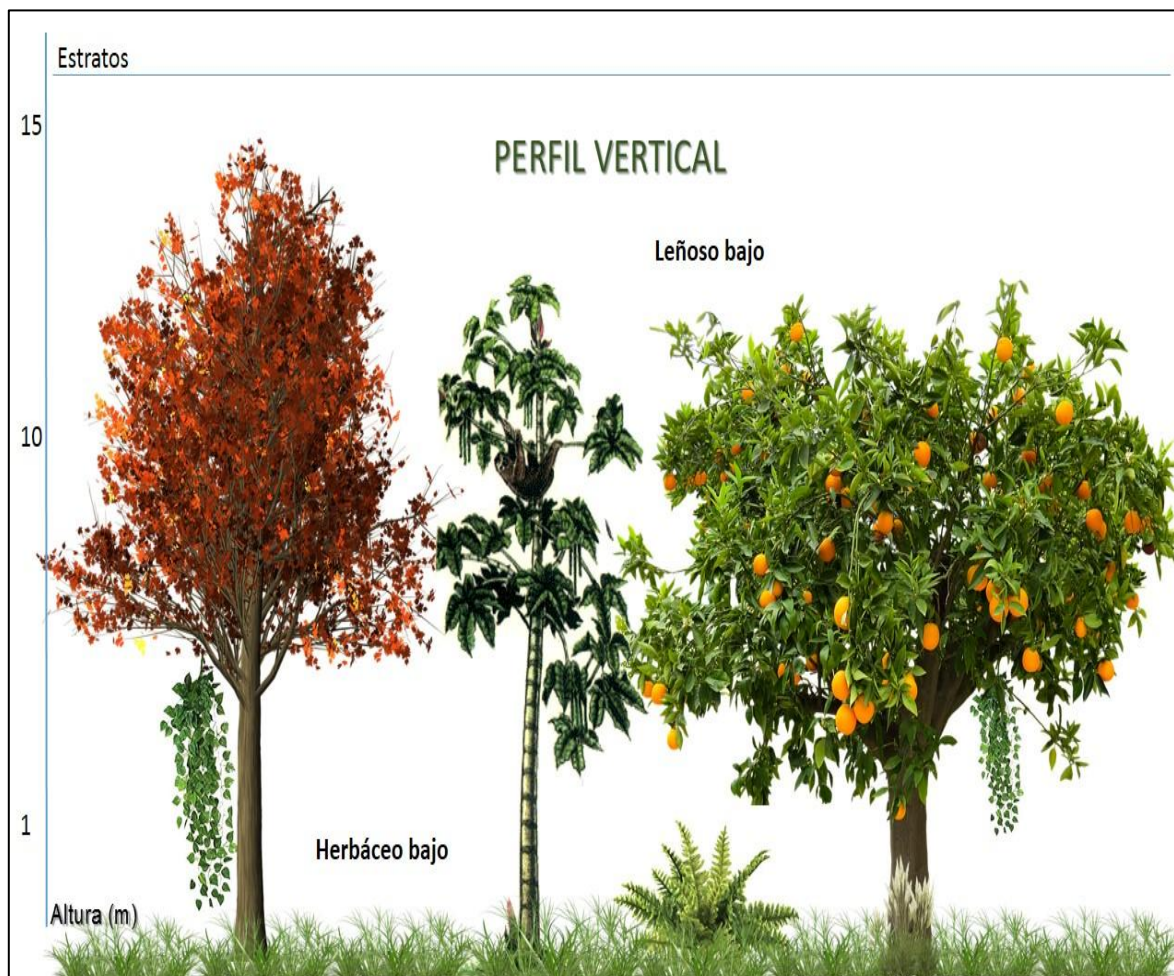
➤ Rastrojo o sucesión natural

Se presentan en terrenos con pendiente leve y pedregosos, con presencia de parches de regeneración en diferentes etapas, lo que da a entender que el área es perturbada algunas más que otras con alguna frecuencia; ya sea para ser cultivada o despejada, por la presencia en algunas áreas de caminos de producción, viviendas y torres de transmisión eléctrica.

Esta cobertura tiene un porcentaje de sombra promedio de 40 por ciento y un grado de artificialización que corresponde a sucesión intermedia (rastrojo con arbustos densos, especies leñosas de crecimientos rápido).

También es notable la presencia de 2 estratos bien marcados:

- **Estrato leñoso bajo:** definido por especies leñosas menores a 15 metros.
- **Estrato herbáceo bajo:** caracterizado por predominancia de especies menores a un metro.



Fuente: Elaborado por el autor.

FIGURA 13. PERFIL VERTICAL DE LA COBERTURA DE RASTROJO EN LA PARTE BAJA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

CUADRO XVI. ESPECIES DOMINANTES POR ESTRATOS EN LA COBERTURA DE RASTROJO O SUCESIÓN NATURAL, PARTE BAJA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

Estratos	Leñoso bajo	Herbáceo bajo
Altura	Menor a 15 metros	Menor a 1 metro
Especies	<i>Lacistema aggregatum</i>	Genero <i>cynodon</i> (maleza)
	<i>Miconia argétea</i> (Canillo)	Otras malezas
	<i>Psidium guajava</i> (Guayaba)	<i>Pteridium aquilinum</i> (Helechos)
	<i>Schefflera morototoni</i> (Guarumo pava)	Malezas varias
	<i>Cecropia peltata</i> (Guarumo)	Familia <i>Vitaceae</i> (bejucos)
	<i>Hamelia patens</i> (Coloradito)	
	<i>Citrus sinensis</i> (Naranja)	

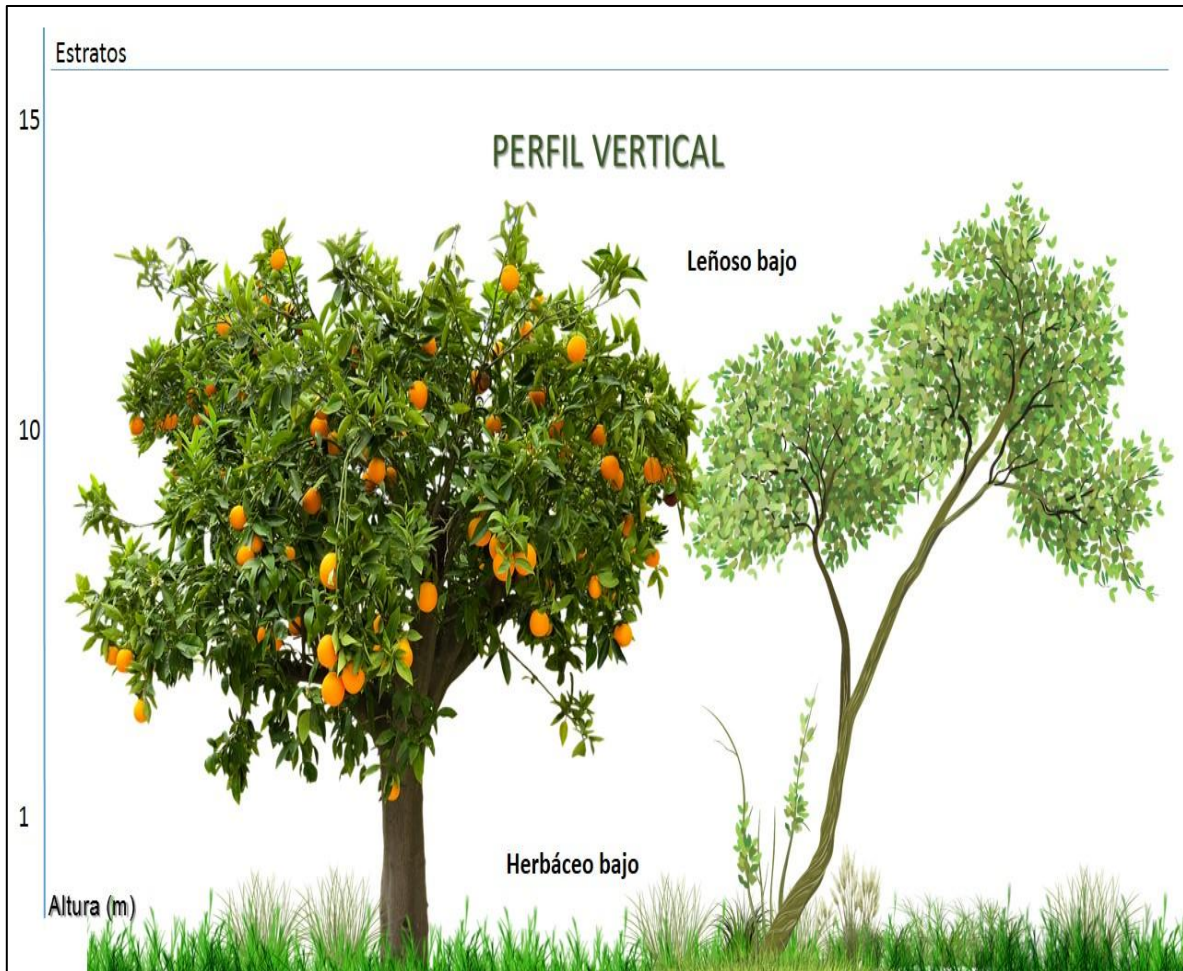
Fuente: Elaborado por el autor.

➤ Potrero

Este tipo de cobertura como cualquier potrero está dominado por especies herbáceas, con algunos árboles dispersos por lo cual caen en un grado de artificialización de pastos con árboles dispersos. Esta parte de la subcuenca presenta porcentajes de sombra promedio de 11 por ciento.

Con distinción de dos estratos:

- **Estrato herbáceo bajo:** caracterizado con especies herbáceas como cualquier potrero, con un crecimiento menor a un metro de altura.
- **Estrato leñoso bajo:** definido por especies con un tamaño que no sobrepasa los 15 metros de altura.



Fuente: Elaborado por el autor.

FIGURA 14. PERFIL VERTICAL DE LA COBERTURA DE POTRERO EN LA PARTE BAJA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

CUADRO XVII. ESPECIES DOMINANTES POR ESTRATOS EN LA COBERTURA DE POTRERO, PARTE BAJA DE SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

Estratos	Herbáceo bajo	Leñosos bajos
Altura	Menores a 1 metro	Menores a 15 metros
Especies	Pastura heterogéneas Sida rhombifolia (Escoba) Otras malezas	Genero <i>Citrus</i> (limón , naranja, mandarina) Miconea argétea (Canillo) <i>Inga spectabilis</i> (Guaba de machete)

Fuente: Elaborado por el autor.

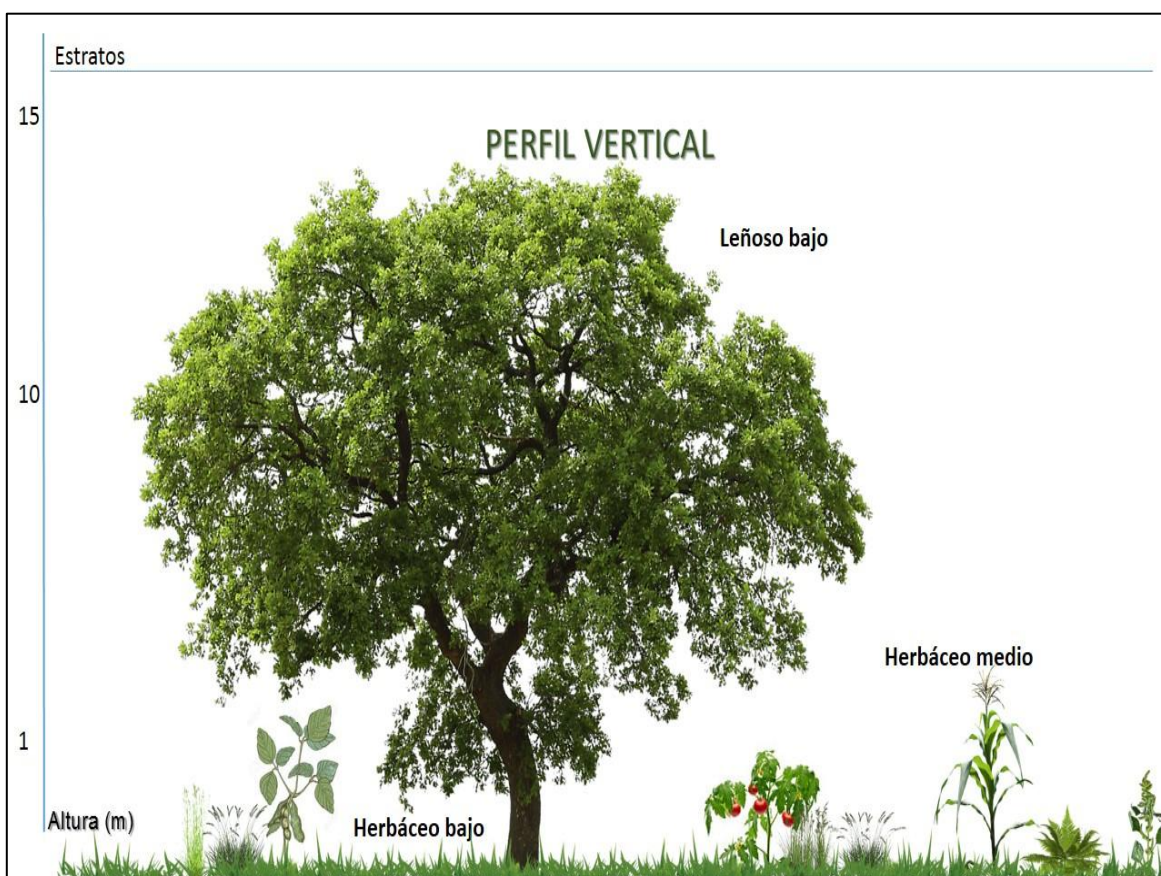
➤ Cultivo

En este tipo de cobertura existen cultivos bajo riego con alta fertilización y control de plagas con agroquímicos. Es muy común observar algunas parcelas donde se produce ají o pimentón bajo techito, que es una estructura que aparenta un techo construido de un plástico que se extiende a lo largo de las líneas y son suspendida con cañazas construidas en forma de “T”, o se utiliza pvc en su remplazo. También se pueden observar algunos árboles y arbustos remanentes, de la eliminación de rastrojos, o en cercas vivas.

Generalmente esta cobertura en esta sección tiene un porcentaje de sombra promedio de 28 por ciento y un grado de artificialización que recae en cultivos anuales. Así como la distinción de tres estratos:

- **Estrato herbáceos bajos:** determinado por especies menores a un metro de altura.

- **Estrato leñosos bajos:** aquel que presenta especies menores a 15 metros de altura.
- **Estrato herbáceos medios:** compuesto por especies que se encuentran en el rango de altura que va de uno a dos metros de altura.



Fuente: Elaborado por el autor.

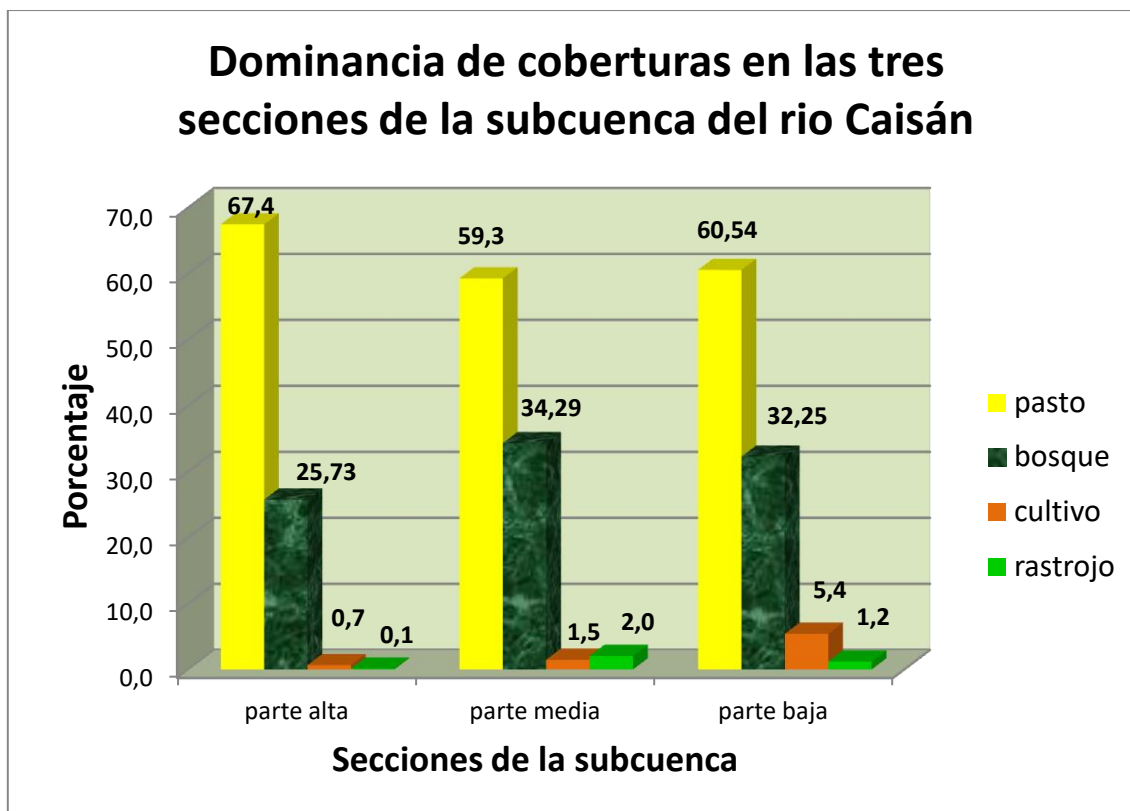
FIGURA 15. PERFIL VERTICAL DE LA COBERTURA DE CULTIVO EN LA PARTE BAJA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

CUADRO XVIII. ESPECIES DOMINANTES POR ESTRATO EN LA COBERTURA DE CULTIVOS, PARTE BAJA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

Estratos	Herbáceo bajo	Herbáceo medio	Leñoso bajo
Altura	Menores a 1 metro	1 a 2 metros	Menores a 15 metros
Especies	<i>Phaseolus vulgaris</i> (Poroto) <i>Vigna unguiculata</i> (Frijol de bejuco) <i>Oryza sativa</i> (Arroz) genero <i>cynodón</i> y genero <i>amaranthus</i> (malezas)	<i>Zea mays</i> (Maíz)	<i>Capsicum annuum</i> (Ají) <i>Solanum lycopersicum</i> (Tomate) <i>Cucumis sativus</i> (Pepino) <i>Diphysa americana</i> (Macano) <i>Guazuma ulmifolia</i> (Guácimo)

Fuente: Elaborado por el autor.

Para terminar de definir el patrón de paisaje, fue necesario analizar las diferentes coberturas ya caracterizadas, en relación al área que cubren en cada sección, dando el siguiente resultado:



Fuente: Elaborado por el autor.

FIGURA 16. GRÁFICA DE DOMINANCIA DE COBERTURAS EN LAS TRES SECCIONES DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN.

Como se observa en la **figura 16**, la cobertura que domina el paisaje es el pasto, seguido por la cobertura de bosque, cultivo y rastrojo. Esto, justifica la gran actividad agropecuaria que presenta toda la subcuenca del río Caisán. La situación es preocupante, por el hecho que con el pasar de los años la cobertura de bosque se disminuye principalmente por el incremento en las actividades agropecuarias.

Comparando las tres secciones, la cobertura de pasto se observa mejor representada en la parte alta con un 67,4 por ciento. Seguida por la parte baja que

presenta un 62,5 por ciento y la parte media con 59,3 por ciento. Por otra parte la cobertura de cultivo esta mejor representada en la parte baja con 5,4 por ciento seguido de 1,5 por ciento y 0,7 por ciento en la parte media y alta respectivamente. La cobertura de rastrojo presenta mayor porcentaje en la parte media con dos por ciento, en comparación al 1.2 por ciento que presenta la parte baja y al 0,1 por ciento que presenta la parte alta.

4.2.2.3 Definición del patrón de paisaje para cada sección de la subcuenca

➤ Parte alta

Esta sección presenta un patrón de paisaje definidos por parches de bosque, donde el tamaño máximo no sobrepasa las 241,09 hectáreas y el 98 por ciento de los fragmentos presentan un tamaño promedio de 17,22 hectáreas, con un aislamiento promedio de 56,93 metros. Estos forman parte de una matriz dominada por la cobertura de potrero con presencia de pequeños parches de cultivos y en menor cantidad parches de rastrojos (Ver en **anexo 9**).

Entre las características de la vegetación de forma general se puede mencionar que los potreros presentan árboles dispersos con un porcentaje promedio de cobertura de dosel de 47 por ciento, dominado por especies de un estrato herbáceo bajo, menores a un metro de alto. Los bosques están poco intervenidos, dominados por especies de un estrato de leñoso medio que no sobrepasan los 30 metros de altura y un porcentaje de cobertura de dosel promedio de 82 por ciento. Cultivos anuales, dominados por especies de estratos herbáceos bajos, con porcentajes de sombras de 30 por ciento. Rastrojos con sucesión natural inicial, con 50 por ciento de

cobertura de dosel promedio y con alta representatividad de especies de estrato leñoso bajo, menores a 15 metros de alto.

➤ Parte media

El patrón de paisaje en esta sección está definido por parches de bosque con tamaño máximo de 112,86 hectáreas, y el 92 por ciento de los fragmentos tienen un tamaño promedio de 8,06 hectáreas. Presentan un aislamiento promedio de 47,05 metros. Estos parches forman parte de una matriz dominada por la cobertura de potrero, compuesta de igual manera de pequeños parches de rastrojo y cultivos con menor representación (Ver en **anexo 9**).

Los potreros se caracterizan por presentar árboles dispersos con porcentajes de sombra promedio de 32 por ciento, con dominancia de especies herbáceas menores a un metro de alto. Los rastrojos con sucesión natural inicial, están dominados por especies leñosas bajas menores a 15 metros de altura, con sombras promedio de 43 por ciento. Los cultivos son anuales, con mayor representatividad de herbáceos bajos, con un porcentaje de sombra de 30 por ciento.

➤ Parte baja

En esta última, el patrón de paisaje lo componen parches de bosques con un tamaño máximo de 17,60 hectáreas y el 74 por ciento de los fragmentos presentan un área promedio de 1,31 hectáreas; con aislamientos de 26, 68 metros. La matriz del paisaje está dominada por la cobertura de potrero y se presentan pequeños parches de cultivos, y en menores cantidades parches de rastrojos (Ver en **anexo 9**).

Los potreros presentan árboles dispersos con una cobertura del dosel de apenas el 12 por ciento, dominados por especies herbáceas menores a un metro de alto. Los bosques están pocos intervenidos y presentan una cobertura de dosel de 80 por ciento, con dominancia de especies leñosas menores a 30 metros. Los cultivos son anuales y presentan una sombra de 28 por ciento y están dominados por especies herbáceas menores a un metro de alto. Los rastrojos presentan una sucesión natural intermedia dominados por especies leñosas menores a 15 metros con una sombra promedio de 40 por ciento.

4.3. Relación de cobertura de bosque, patrones de paisaje y biodiversidad de aves

Para relacionar la cobertura de bosque, patrones de paisaje y biodiversidad de aves, por no presentar una distribución normal, se utilizó correlación de Spearman, utilizando los datos que se muestra a continuación:

CUADRO XIX. RESUMEN DE RESULTADOS DE COBERTURA DE BOSQUE, VARIABLES DE PATRÓN DE PAISAJE E INDICADORES DE BIODIVERSIDAD DE AVES PARA CADA SECCION DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CASIÁN, 2017.

Variables	Secciones de la subcuenca		
	Alta	Media	Baja
Riqueza de aves	106	105	91
Diversidad de aves (H')	3,99	3,96	3,81
Tamaño de parches (Ha)	17,22	8,06	1,81
Aislamiento de parches (m)	56,93	47,05	26,68
Cobertura de bosque (%)	25,71	34,29	32,25

Fuente: Elaborado por el autor.

CUADRO XX. RESULTADOS DE LA CORRELACIÓN DE LA VARIABLES DEPENDIENTES E INDEPENDIENTES MEDIANTE LA CORRELACIÓN DE SPEARMAN, SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

Variable independientes	Variables dependientes	Coefficiente de correlación (r)	P-valor
Cobertura de bosque	Riqueza	0,0451	0,3574
Tamaño de parche	Riqueza	0,1919	0,0001
Aislamiento entre parche	Riqueza	-0,1143	0,0193
Cobertura de bosque	Diversidad	0,0477	0,3297
Tamaño de parches	Diversidad	0,1905	0,0001
Aislamiento entre parches	Diversidad	-0,1134	0,0203

Fuente: Elaborado por el autor.

Basándose en los resultados de la correlación, las variables dependientes presentan una relación baja con respecto a las variables independientes, donde es claro que el porcentaje de cobertura boscosa presenta una relación positiva muy baja con respecto a la diversidad y riqueza de especies y no significativa (cobertura vs riqueza, $r = 0,0451$ $p\text{-valor} = 0,36$; cobertura vs diversidad, $r = 0,0477$ $p\text{-valor} = 0,33$).

Por otra parte el aislamiento entre parche con respecto a la riqueza y diversidad, muestran una relación negativa baja, ligeramente significativa (aislamiento vs riqueza, $r = -0,1143$ $p\text{-valor} = 0,0193$; aislamiento vs diversidad, $r = -0,1134$ $p\text{-valor} = 0,0203$). En el caso del tamaño de parche con respecto a la diversidad y riqueza se observa una relación baja, pero altamente significativa (tamaño vs riqueza, $r = 0,1919$ $p\text{-valor} = 0,0001$; tamaño vs diversidad, $r = 0,1905$ $p\text{-valor} = 0,0001$).

Según diferentes autores, la riqueza y diversidad de aves son valores que tienen una asociación significativa con la composición de la estructura del hábitat. Esto significa que entre más heterogéneo y complejo sea el medio, presente mayor cobertura de dosel, los valores de biodiversidad irán aumentando. Además que estos valores responden al arreglo espacial que pueden tener las diferentes coberturas. Esto basado en el caso que expone en Perú, Pérez *et al.* (2008), quien corrobora esta conclusión citando los siguientes autores: Zaccagnini *et al.* (2007), en Argentina; Lentijo y Kattan (2005) en Colombia; Cárdenas *et al.* (2003) y Lang *et al.* (2003), ambos en Costa Rica.

El aislamiento de los parches que se presentan en cada sección de la subcuenca no afectan la comunidad de aves, debido a que un ave de tamaño chico y mediano puede movilizarse entre un fragmento y otro cuando el aislamiento promedio máximo es de apenas 57 metros.

Basándose en la relación que presenta la riqueza y diversidad de especie de aves versus el porcentaje, tamaño y aislamiento de la cobertura boscosa; se puede decir que la comunidad de aves se ve influenciada por la estructura que presenta en el patrón de paisaje, mas no por el porcentaje que esta representa en el área geográfica.

A pesar de que los resultados demuestran que el estado de la comunidad de aves se encuentra en condiciones aceptable respecto a la alteración de la cobertura de bosque; la situación a nivel de especie puede ser diferente, pues la parte alta que es la más afectada, presenta la mayor cantidad de especies amenazadas (11 especies

en estado vulnerable y una en peligro), según el listado de especies de flora y fauna amenazadas que presenta la legislación panameña. Además de una especie apenas amenazada según la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (ver **anexo 6**).

Los resultados encontrados encienden la alarma frente a la situación que se evidencia en toda la subcuenca, pero sobretodo en la parte alta, ya que en esta sección se presenta el mayor número de especies amenazadas que corren el riesgo de pasar a categorías más críticas, si la pérdida de cobertura de bosque continúa.

5. CONCLUSIONES

- Se cumple la hipótesis de investigación al encontrar que la cobertura de bosque y los patrones de paisajes influyen en la biodiversidad de aves a nivel de la subcuenca del río Caisán. Esta influencia no está basada en la representación de la cobertura boscosa en área geográfica, sino por el arreglo y estructura que esta presenta.
- Los indicadores de biodiversidad demuestran un estado no alarmante a nivel de comunidad de aves a lo largo de toda la subcuenca, pero se presenta una inminente amenaza a nivel de especies, específicamente en aquellas que se encuentran en categorías en peligro, vulnerabilidad y casi amenazadas.
- El grado de fragmentación del bosque encontrado en la subcuenca del río Caisán, es quizás la razón de la pobre cobertura boscosa que actualmente se presenta, especialmente en su parte alta con apenas un 25%.
- El patrón de paisaje generalizado en cada sección de la subcuenca está dominado por la cobertura de potreros, así como pequeños parches de rastrojos y cultivos. Siendo estas tres coberturas caracterizadas por estar mejor representadas por especies de estratos herbáceos, y leñosos de baja y mediana altura.
- La correlación entre las variables dependientes, (riqueza y diversidad de especies de aves) y las variables independientes (porcentaje de cobertura de bosque, tamaño y aislamiento de parches), es mínima por no presentar ningún coeficiente de correlación superior a 0,2. Sin embargo, la relación que

presenta el tamaño de parche y el aislamiento de los mismos con la avifauna tiene una significancia no menor al 98%.

6. RECOMENDACIONES

- A las fundaciones y organizaciones ambientales con afinidad a la subcuenca del río Caisán (Fundación Natura, FUNDICCEP, FCA u otras); utilizar la información de esta investigación como línea base para otros estudios dentro de la subcuenca u otras cuencas a nivel nacional. También para la implementación de estrategias de concientización de la población con respecto a la conservación de los recursos naturales.
- A los responsables en la toma de decisiones en materia de recursos naturales, tomar acciones sobre la alarma de la evidente amenaza que presenta la avifauna, específicamente aquellas que forman parte del listado de especies amenazadas en Panamá, priorizando acciones para la parte alta de la subcuenca del río Caisán.
- Como estrategia de reversión del proceso de pérdida de cobertura boscosa por fragmentación, se recomienda arborizar entre fragmentos boscosos en franjas con especies nativas existentes en la zona. Procurando que la actividad agroforestal se desarrolle de común acuerdo con la población allí existente, buscando cumplir dos propósitos: Aumento de la cobertura boscosa y mejora de la producción agroforestal/silvopastoril.
- Darle continuidad a los monitoreos de aves, estableciendo nuevos puntos de conteos para lograr identificar otras aves que pudieron haber quedado sin registrarse en esta investigación.

7. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Aguayo, M; Alaback, P; Pauchard, A. 2006. CUANTIFICANDO LA FRAGMENTACIÓN DEL PAISAJE: LAS MÉTRICAS Y SUS SIGNIFICADOS ECOLÓGICOS. Santiago, Chile, universidad de Santiago. 43 p.

Aguirre, Z. (2013). GUIA DE METODOS PARA MEDIR LA BIODIVERSIDAD. (en línea). Loja, Ecuador. Universidad de Nacional de Loja. Consultado el 6 de oct, 2017. Disponible en <https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/guia-para-medicic3b3n-de-la-biodiversidad-octubre-7-2011.pdf>

ANAM (Autoridad Nacional de Ambiente) hoy MIAMBIENTE (Ministerio de Ambiente). 2011. Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de la República de Panamá (PNGIRH) 2010-2030. (en línea). Panamá. Consultado 2 may, 2017. Disponible en <http://www.cich.org/publicaciones/pnh2010-2030.pdf>.

ANAM (Autoridad Nacional de Ambiente) hoy MIAMBIENTE (Ministerio de Ambiente). 2010. IV Informe Nacional de Biodiversidad – Panamá. (en línea). Panamá. Consultado 2 may, 2017. Disponible en http://www.miambiente.gob.pa/images/file/CUARTO_INFORME_NACIONAL.pdf

Aparicio, K. Díaz, M. Gantes, C. 24 jul. 2017. Listado de aves con cantidades de individuos por sección de la subcuenca del río Caisán, Chiriquí, de los monitoreos realizados durante los meses de marzo y mayo de 2017. (Correo electrónico). Panamá, Panamá. Fundación Naturaleza y Ciencia 507.

Araúz, J; Batista, D; Bonamico, G; Candanedo, A Garibaldi, C; Selles, F. 1998. Primer Informe de la Riqueza y Estado de la Biodiversidad de Panamá. (en línea). Panamá, ANAM (autoridad Nacional de Ambiente) hoy MIAMBIENTE (Ministerio de Ambiente). Consultado 2 may, 2017. Disponible en <https://www.cbd.int/doc/world/pa/pa-nr-01-p1-es.pdf>

Arboleda, S. 2014. La importancia de las aves en el medioambiente. (en línea). Consultado 3 may, 2017. Disponible en <http://vidamasverde.com/2013/la-importancia-de-las-aves-en-el-medioambiente/>

Arcia, O. 2017. Hábitat de aves en Panamá se encuentra amenazado. (en línea). Panamá América, Panamá. Consultado 3 may, 2017. Disponible en <http://www.panamaamerica.com.pa/content/h%C3%A1bitat-de-aves-en-panam%C3%A1-se-encuentra-amenazado>

ASEP (Autoridad Nacional de los Servicios Públicos). 2017. Dirección Nacional de Electricidad, Concesiones Otorgadas de Centrales Hidroeléctricas en Diseño y/o Construcción. (en línea). Panamá. Consultado 2 may, 2017. Disponible en http://www.asep.gob.pa/electric/Anexos/conce_otorgadas_tramite.pdf.

Barreto, C. 2011. INTRODUCCIÓN A LA ESTADÍSTICA NO PARAMÉTRICA (PARTE II). PRUEBA DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN. (en línea). Chimbote, Perú, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. 7 p. consultado el 3 de oct, 2017. Disponible en

<http://files.uladech.edu.pe/docente/32765808/BIOESTADISTICA/SESION%2012/S12V1BIOE.pdf>

Batista, C. 2016. Primer informe de avance de pregira de Caisán. Panamá. FUNDACIÓN NATURALEZA Y CIENCIA 507. 24 p.

Berlanga, H. 2015. Naturaleza posible: La importancia vital de las aves. (en línea). Consultado 3 may, 2017. Disponible en <http://www.estepais.com/articulo.php?id=223&t=naturaleza-posiblela-importancia-vital-de-las-aves->

BirdLife International. (2016). Handbook of the Birds of the World and BirdLife International digital checklist of the birds of the world. Versión 9. (en línea) Consultado el 7 de ago, 2017. Disponible en http://datazone.birdlife.org/userfiles/file/Species/Taxonomy/BirdLife_Checklist_Version_90.zip

Birds in Focus, 2017. Fotografía de aves. Fotógrafos: Bob Gress, Judd Patterson y David Seibel. (En línea). Consultado el 20 de Nov.2017. Disponible en: <http://www.birdsinfocus.com/index.php>.

Bolorges, J; López-Mata L. 2005. RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE ESPECIES DE AVES EN UNA SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA EN EL CENTRO DE VERACRUZ, MÉXICO. (en línea). Veracruz, México. Consultado el 22 de oct, 2017. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v21n1/v21n1a1.pdf>

Chará, J; Fajardo, D; Johnston-González, R; Neira, J; Murgueitio, E. (2008). Influencia de sistemas silvopastoriles en la diversidad de aves en la cuenca del río La Vieja, Colombia. (en línea). Costa Rica, CATIE. Consultado el 22 de oct. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A5191e/A5191e.pdf>

Cueto, V; López de Casenave, J; Sagario, M; Damonte, J. 1995. RELACIÓN AVES-VEGETACIÓN: IMPORTANCIA DE LOS ALGARROBALES PARA LA AVIFAUNA DEL DESIERTO DEL MONTE. (en línea). Buenos Aires, Argentina, Universidad de Buenos Aires. Consultado 3 may, 2017. Disponible en <http://server.ege.fcen.uba.ar/Ecodes/Publicaciones/articulo41.pdf>

Delgado, F. 2008. Las Aves de las Selvas panameñas – Una Estrategia de Conservación. (en línea). Veraguas, Panamá, Universidad de Panamá. Consultado 3 may, 2017. Disponible en <https://biota.wordpress.com/2008/03/24/las-aves-de-las-selvas-panamenas-%E2%80%93-una-estrategia-de-conservacion>.

Díaz, I; García, C; León, M; Ruiz, F; Torres, F. 2014. Guía de Asociación entre variables (Pearson y Spearman en SPSS). (en línea). Chile, Universidad de Chile. Consultado el 3 de oct, 2017. Disponible en file:///C:/Users/Ever%20Ariel/Downloads/9_Coeficientes_de_asociaci_n_Pearson_y_Spearman_en_SPSS.pdf

Balzárinini, MG; Casanoves, F; Dirienzo, JA; González, L; Robledo, CW; Tablada, M. 2009. InfoStát versión 2009. Grupo InfoStát, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.

Enríquez, M; Sáez, J, Muhammad, I. 2005. Riqueza, abundancia y diversidad de aves y su relación con la cobertura arbórea en un agropaisajes dominado por la ganadería en el trópico subhúmedo de Costa Rica. Costa Rica. CATIE. P. 49-57.

ETESA (Empresa de Transmisión Eléctrica, S. A.). 2017. Estación meteorológica satelitales: estación: Caisán Centro. (en línea). Panamá. Consultado el 2 may, 2017. Disponible en

http://www.hidromet.com.pa/estaciones_satelitales.php?estacion=CAISÁN_CENTRO

Etienne, M; Prado, C. 1982. DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN SEGÚN LA CARTOGRAFIA DE OCUPACIÓN DE TIERRA. Santiago, Chile. UNIVERSIDAD DE CHILE. P. 56-67.

Fajardo, D; Muhammad, I; Pérez, M; Saénz, J; Villatoro, F. (2006). Relación entre las comunidades de aves y la vegetación en agropaisajes dominados por la ganadería en Costa Rica, Nicaragua y Colombia. (en línea). Costa Rica, CATIE. Consultado el 22 de oct, 2017. Disponible en <http://cipav.org.co/pdf/red%20de%20agroforesteria/Articulos/relacion%20entre%20las%20comunidades%20de%20aves%20y%20la%20vegetacion.pdf>

FUNDACIÓN PA.NA.M.A. (Fundación de Parques Nacionales y Medio Ambiente). 2007. Informe sobre el Estado del Conocimiento y Conservación de la Biodiversidad y de las Especies de Vertebrados de Panamá. (en línea). Panamá. Consultado 3 may, 2017. Disponible en <https://biota.files.wordpress.com/2010/08/informe-panama-estado-de-conservacion-de-especies-2007.pdf>

FUNDICCEP, Fundación Natura y FIDECO. 2014. Plan de conservación de la subcuenca del río Caisán, cuenca hidrográfica del río Chiriquí Viejo, provincia de Chiriquí. Como parte del proyecto de conservación de la subcuenca del río Caisán, cuenca hidrográfica del río Chiriquí Viejo. Chiriquí, Panamá. 74 p.

Grupo de monitoreo de aves, 2017. Encargado del conteo de aves y creación de listas de aves. Consultores de aves: Karla Aparicio; Carol Gantes, Matías Días; asistentes de campo (becarios): Ever Morales, Marieth Quintero; guías: Luis Lezcano, Geovany Lezcano. Subcuenca del río Caisán. Chiriquí, Panamá.

Hidromet. 2009. cuencas hidrográficas en Panamá. (en línea). Panamá. Consultado 1 may. 2017. Disponible en <http://www.hidromet.com.pa/cuencas.php>

Instituto Geográfico Nacional TOMMY GUARDIA. 2016. ATLAS NACIONAL DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ. 5 ed. Panamá. 317 p.

Jiménez, K. 2016. Audubon Panamá publica “Lista oficial de aves de Panamá” (en línea). Panamá, La Prensa. Consultado el 14 de oct, 2017. Disponible en

https://m.prensa.com/salud_y_ciencia/Audubon-Panama-publica-Lista-oficial_0_4449305195.html

Ley N° 24. Art. 3. Gaceta Oficial. Panamá. 7 jun. 1995.

Ley N° 44. Art. 2. Gaceta Oficial. Panamá. 5 ago. 2002.

López-Baez. (2008). PROBLEMAS DE APRENDIZAJE EN LA APLICACIÓN DEL ENFOQUE SISTÉMICO A LA GESTIÓN INTEGRADA DE CUENCAS. (Pdf). Chiapas, México. 18 p.

MIAMBIENTE (Ministerio de Ambiente). 2006. Bosque y Biodiversidad. (en línea). Panamá. Consultado 2 may, 2017. Disponible en http://www.miambiente.gob.pa/images/stories/Indicadores/indicadores_2006/Bosques%20y%20Biodiversidad.htm

MIAMBIENTE (Ministerio de Ambiente). 2016. CUENCAS HIDROGRAFICAS. (en línea). Panamá. p 14. Consultado 1 may. 2017. Disponible en http://www.miambiente.gob.pa/images/stories/atlas_tierras_secas/files/assets/downloads/page0022.pdf

MIAMBIENTE (Ministerio de Ambiente). 2016. Resolución N° DM-0657-2016: POR LA CUAL SE ESTABLECE EL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN Y REVISIÓN PERIÓDICA DEL LISTADO DE LAS ESPECIES DE FAUNA Y FLORA AMENAZADAS DE PANAMÁ, Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES.

(en línea). Panamá. Consultado 1 may. 2017. Disponible en <http://www.miambiente.gob.pa/index.php/es/especies-en-peligro>

MIAMBIENTE (Ministerio de Ambiente). 2016. río Chiriquí viejo (102). (en línea). Panamá. Consultado 2 may, 2017. Disponible en <http://mapsv1.cathalac.org/cuencas/cuencas-prioritarias/rio-chiriqui-viejo>

MINAMBIENTE (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República de Colombia). 2017. Importancia de los bosques. (en línea). Colombia. Consultado 2 may, 2017. Disponible en <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=1210:el-uso-sostenible-de-los-bosques-prioridad-de-minambiente-513>

Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Zaragoza, España, M&T–Manuales y Tesis SEA. 86 p.

Moreno, C. Pineda, E. 2015. Manual de técnicas del estudio de la fauna. Gallina Tessaro (ed.) Xalapa, Veracruz, México, Instituto de Ecología. P 121.

Muños L. 2013. Manual Forestal: Uso de densiometro cóncavo. (en línea). Consultado 9 may, 2017. Disponible en <https://mluisforestal.wordpress.com/2013/04/08/uso-de-densiometro-concavo>.

Parra, E. 2012. EFECTO DE LOS PATRONES DEL PAISAJE SOBRE LA DIVERSIDAD DE ORQUÍDEAS DE BOSQUES NUBLADOS DEL VALLE DEL CAUCA. Bogotá, Colombia. Universidad de Nacional de Colombia. p 25-26.

Pérez, E; Tenorio, M. 2008. RELACIÓN ENTRE LA ESTRUCTURA DEL HABITAT Y LA COMUNIDAD DE AVES EN EL FUNDO AGROECOLÓGICO HUAQUINA, CHINCHA- PERÚ. (Abril--Septiembre 2007). (en línea). Ica, Perú, UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUÍS GONZAGA" DE ICA. Consultado 20 abr, 2017. Disponible en www.kew.org/science/tropamerica/peru/resources/Huaquina_thesis.pdf

Puerta-Piñero, C; Gullison, R; Condit R. 2014. Metodologías para el Sistema de Monitoreo de la Diversidad Biológica de Panamá. (en línea). Consultado 20 abr. 2017. Disponible en <http://dx.doi.org/10.5479/si.ctfs.0001>.

Ramírez-Albores, J. 2010. Diversidad de aves de hábitats naturales y modificados en un paisaje de la Depresión Central de Chiapas, México. (en línea). Chiapas, México, Universidad Nacional Autónoma de México. Consultado el 22 de oct, de 2017. Disponible en http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S00347744201000010036

Troll C. 2010: Ecología del paisaje. (en línea). Consultado el 2 may, 2017. Disponible en <http://www.publicaciones.inecc.gob.mx/gacetitas/634/ecologia.pdf>

Vegas, M. 2014. Chiriquí Viejo: Una cuenca con alto potencial ecológico. (en línea). Panamá América, Panamá. Consultado 1 may, 2017. Disponible en <http://www.panamaamerica.com.pa/opinion/una-cuenca-con-alto-potencial-ecologico>

Villegas, M; Garitano-Zavala, A. 2008. Las comunidades de aves como indicadores ecológicos para programas de monitoreo ambiental en la ciudad de La Paz, Bolivia. (en línea). La Paz, Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés. 153 p. Consultado 3 may, 2017. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/23091825_Las_comunidades_de_aves_como_indicadores_ecologicos_para_programas_de_monitoreo_ambiental_en_la_ciudad_de_La_Paz_Bolivia

Weincek, C. 2014. Observación de aves en Panamá. (en línea). Panamá. Consultado el 30 may, 2017. Disponible en <http://www.focuspublicationsint.com/focuspma/?p=1161&lang=es>.

8. ANEXOS

ANEXO 1. COORDENADAS DE LOS PUNTOS DE CONTEOS DE AVES DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

SECCIÓN DE LA SUBCUENCA	PUNTO DE CONTEO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE	Altura (m)
Parte Baja	1	300880	961481	501
	2	300912	961648	491
	3	301033	961657	504
	4	301194	961746	533
	5	301139	961926	509
	6	301233	962100	525
	7	301257	962254	541
	8	301234	962416	523
	9	301312	962456	548
	10	301460	962432	592
Parte Media	11	303956	965815	656
	12	304080	965816	665
	13	304200	965889	682
	14	304388	965886	695
	15	304563	965995	678
	16	304691	965932	680
	17	304853	965963	699
	18	305057	965962	728
	19	305184	966055	732
	20	305310	966174	717
Parte Alta	21	314506	968766	1360
	22	314645	968915	1359
	23	314793	968864	1369
	24	314964	968779	1378
	25	315102	968843	1367
	26	315288	968799	1371
	27	315428	296878	1369
	28	315530	969015	1385
	29	315716	969012	1377
	30	315877	969110	1357

Fuente: Tomado de Batista (2016).

ANEXO 3. CLAVE DE CODIFICACIÓN PARA LOS TIPOS BIOLÓGICOS DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

Tipo biológico	Rango de altura
Leñoso Alto (LA)	Mayor a 30 m
Leñoso Medio (LM)	15-30 m
Leñoso Bajo (LB)	Menor de 15 m
Herbáceo Alto (HA)	Mayor a 2 m
Herbáceo medio (HM)	1-2 m
Herbáceo bajo	Menor a 1 m

Fuente: Adaptado de Etienne y Prado (1982).

ANEXO 4. CLAVE DE CODIFICACIÓN PARA DEFINIR LOS GRADOS DE ARTIFICIALIZACIÓN DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

NÚMERO	CATEGORÍAS Y SUBCATEGORIAS
1	Bosque primario sin intervención
2	Bosque primario poco intervenido
3	Bosque secundario
3.1	Sucesión inicial (presencia de especies pioneras, pastos nativos, malezas, especies semileñosas de crecimiento rápido)
3.2	Sucesión intermedia (rastros con arbustos densos, especies leñosas de crecimiento rápido)
3.3	Sucesión final (especies leñosas de mayor tamaño y diámetro, crecimiento de especies bajo el dosel)
4	Bosque artificial
4.1	Bosque artificial multiecoetáneo de diferentes especies
4.2	Bosque artificial coetáneo de diferentes especies
4.3	Bosque artificial multiecoetáneo de una especie
4.4	Bosque artificial coetáneo de una especie
5	Potrerros
5.1	Sólo pasturas

5.2	Pastura con árboles dispersos
5.3	Pastura con cercas vivas
5.4	Pastura con algunas infraestructuras
5.5	Pasturas degradadas y densa maleza
5.6	Pastura degradada y proceso erosivo
6	Cultivo perenne
6.1	Palmas aceiteras
6.2	Cítricos
6.3	Café arbolado
6.4	Café sin sombra
6.5	Banano y plátanos
6.6	Cultivo forrajero perenne
6.7	Otros de mayor intervención humana
7	Cultivo anuales
7.1	Granos
7.2	Tubérculos y raíces
7.3	Pasto de corte
7.4	Cultivo Forrajero anuales
8	Cultivos intensificados
7.1	Hortalizas
7.2	Vivero forestal
7.3	Vivero ornamental
7.4	Cultivos bajo plástico
9	Zonas edificadas
9.1	Caminos de producción
9.2	Pueblos
9.3	Zonas urbanas
9.4	Zonas industriales, aeropuertos, redes viales
9.5	Minería industriales

Fuente: Adaptado de Etienne y Prado 1982.

ANEXO 5. LISTADO DE ESPECIES DE AVES REGISTRADAS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

Listado de especies de aves registradas en la subcuenca del río Caisán, 2017						
Familia	Nombre científico	Nombre común	Cantidad	Sección	Estado	Registro
<i>Tinamidae</i>	<i>Crypturellus soui</i>	Tinamú chico	14	A/M/B	R	Ca
<i>Cracidae</i>	<i>Penelope purpurascens</i>	Pava crestada	11	A/M/B	R	O
<i>Cracidae</i>	<i>Ortalis cinereiceps</i>	Chachalaca cabecigris	17	M/B	R	O
<i>Odontophoridae</i>	<i>Odontophorus guttatus</i>	Codorniz moteada	12	A	R	Ca
<i>Columbidae</i>	<i>Patagioenas speciosa</i>	Paloma escamosa	3	M	R	Ca
<i>Columbidae</i>	<i>Patagioenas cayennensis</i>	Paloma colorada	5	B	R	Ca
<i>Columbidae</i>	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma rabiblanca	46	A/M/B	R	O
<i>Columbidae</i>	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita rojiza	43	M/B	R	O
<i>Apodidae</i>	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo cuelliblanco	2	B	R	O
<i>Trochilidae</i>	<i>Florisuga mellivora</i>	Jacobino nuquiblanco	2	M	R	O
<i>Trochilidae</i>	<i>Phaethornis striigularis</i>	Ermitaño chico	3	A/B	R	O
<i>Trochilidae</i>	<i>Chlorostilbon assimilis</i>	Esmeralda jardinera	1	A	R	O
<i>Trochilidae</i>	<i>Campylopterus hemileucurus</i>	Alasable violáceo	8	A	R	O
<i>Trochilidae</i>	<i>Thalurania colombica</i>	Ninfa coronada	1	A	R	O
<i>Trochilidae</i>	<i>Amazilia tzacatl</i>	Amazilia colirrufa	9	A/M/B	R	O
<i>Trochilidae</i>	<i>Amazilia edward</i>	Amazilia ventrinivosa	6	A	R	O
<i>Cuculidae</i>	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero piquiliso	6	M/B	R	O
<i>Cuculidae</i>	<i>Piaya cayana</i>	Cuco ardilla	14	A/M	R	Ca/O
<i>Rallidae</i>	<i>Laterallus albigularis</i>	Polluela gargantiblanca	2	A/B	R	Ca
<i>Ardeidae</i>	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza bueyera	48	A/M	R	O
<i>Ardeidae</i>	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul chica	1	M	R	O
<i>Cathartidae</i>	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo cabecirrojo	2	M/B	R/M	O
<i>Cathartidae</i>	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro	9	A/M	R	O

<i>Accipitridae</i>	<i>Accipiter bicolor</i>	Gavilán bicolor	2	A	R	O
<i>Accipitridae</i>	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán caminero	4	A/M/B	R	O
<i>Accipitridae</i>	<i>Pseudastur albicollis</i>	Gavilán blanco	3	M	R	O
<i>Momotidae</i>	<i>Momotus lessonii</i>	Momoto coroniazulado	10	A/M/B	R	Ca/O
<i>Alcedinidae</i>	<i>Megaceryle torquata</i>	Martín pescador grande	4	A/M/B	R	O
<i>Alcedinidae</i>	<i>Chloroceryle amazona</i>	Martín pescador amazónico	2	M	R	O
<i>Alcedinidae</i>	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín pescador verde	1	M	R	O
<i>Alcedinidae</i>	<i>Chloroceryle aenea</i>	Martín pescador pigmeo	1	A	R	O
<i>Ramphastidae</i>	<i>Pteroglossus frantzii</i>	Tucancillo piquinaranja	8	A/B	R	O
<i>Picidae</i>	<i>Melanerpes rubricapillus</i>	Carpintero coronirrojo	19	A/M/B	R	O
<i>Picidae</i>	<i>Leuconotopicus fumigatus</i>	Carpintero pardo	2	A	R	O
<i>Falconidae</i>	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón reidor	1	A	R	Ca
<i>Falconidae</i>	<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón-montés collarejo	2	A/M	R	Ca
<i>Falconidae</i>	<i>Milvago chimachima</i>	Caracara cabeciamarilla	3	A/M/B	R	O
<i>Falconidae</i>	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	1	A	M	O
<i>Psittacidae</i>	<i>Brotogeris jugularis</i>	Perico barbinaranja	54	A/M/B	R	O
<i>Psittacidae</i>	<i>Pionus menstruus</i>	Loro cabeciazul	41	A/M/B	R	O
<i>Psittacidae</i>	<i>Pionus senilis</i>	Loro coroniblanco	6	M	R	Ca/O
<i>Psittacidae</i>	<i>Psittacara finschi</i>	Perico frentirrojo	24	M/B	R	O
<i>Thamnophilidae</i>	<i>Dysithamnus mentalis</i>	Batarito cabecigris	3	A	R	O
<i>Thamnophilidae</i>	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará barreteado	1	M	R	O
<i>Thamnophilidae</i>	<i>Thamnophilus bridgesi</i>	Batará negruzco	6	M/B	R	O
<i>Furnariidae</i>	<i>Sittasomus griseus</i>	Trepatroncos oliváceo	5	A	R	O
<i>Furnariidae</i>	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Trepatroncos oliváceo	3	A	R	O
<i>Furnariidae</i>	<i>Xiphorhynchus susurrans</i>	Trepatroncos gorgianteado	1	A	R	Ca
<i>Furnariidae</i>	<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	Trepatroncos cabecirrayado	14	A/M/B	R	Ca/O
<i>Furnariidae</i>	<i>Automolus ochrolaemus</i>	Hojarrasquero gorgipálido	2	M/B	R	O

<i>Furnariidae</i>	<i>Margarornis rubiginosus</i>	Subepalo rojizo	1	A	R	O
<i>Furnariidae</i>	<i>Cranioleuca erythrops</i>	Colaespina carirroja	8	A	R	O/Ca
<i>Furnariidae</i>	<i>Synallaxis brachyura</i>	Colaespina plumiza	24	A/M/B	R	O/Ca
<i>Furnariidae</i>	<i>Synallaxis albescens</i>	Colaespina pechiblanca	10	M/B	R	O
<i>Pipridae</i>	<i>Manacus aurantiacus</i>	Saltarín cuellinaranja	4	A/M/B	R	O
<i>Pipridae</i>	<i>Corapipo leucorroha</i>	Saltarín gorgiblanco	2	A	R	O
<i>Tityridae</i>	<i>Myiobius atricaudus</i>	Mosquerito colinegro	1	B	R	O
<i>Tityridae</i>	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira enmascarada	10	A/M/B	R	O
<i>Tyrannidae</i>	<i>Mionectes olivaceus</i>	Mosquerito olivilistado	2	M	R	O
<i>Tyrannidae</i>	<i>Todirostrum cinereum</i>	Espatulilla común	17	A/M/B	R	Ca
<i>Tyrannidae</i>	<i>Zimmerius vilissimus</i>	Tiranolete cejigris	21	A/M/B	R	Ca/O
<i>Tyrannidae</i>	<i>Camptostoma obsoletum</i>	Tiranolete-silbador sureño	2	A/M	R	O
<i>Tyrannidae</i>	<i>Elaenia flavogaster</i>	Elenia penachuda	23	A/M/B	R	Ca/O
<i>Tyrannidae</i>	<i>Elaenia chiriquensis</i>	Elenia menor	2	M/B	R	Ca/O
<i>Tyrannidae</i>	<i>Tyrannulus elatus</i>	Tiranolete coroniamarillo	1	M	R	Ca/O
<i>Tyrannidae</i>	<i>Myiopagis viridicata</i>	Elenia verdosa	2	M	R	O
<i>Tyrannidae</i>	<i>Attila spadiceus</i>	Atila lomiamarilla	9	A/M/B	R	Ca
<i>Tyrannidae</i>	<i>Legatus leucophaeus</i>	Mosquero pirata	32	A/M/B	R	O
<i>Tyrannidae</i>	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo grande	26	A/M/B	R	Ca
<i>Tyrannidae</i>	<i>Megarynchus pitangua</i>	Mosquero picudo	8	A/M/B	R	Ca
<i>Tyrannidae</i>	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Mosquero ventriazufrado	7	A/M/B	M	O
<i>Tyrannidae</i>	<i>Myiodynastes maculatus</i>	Mosquero rayado	3	M	R	O
<i>Tyrannidae</i>	<i>Myiozetetes similis</i>	Mosquero social	9	M/B	R	O
<i>Tyrannidae</i>	<i>Myiozetetes granadensis</i>	Mosquero cabecigris	11	M/B	R	O
<i>Tyrannidae</i>	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	33	A/M/B	R	O
<i>Tyrannidae</i>	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Copetón crestioscuro	6	A	R	Ca/O
<i>Tyrannidae</i>	<i>Myiophobus fasciatus</i>	Mosquerito pechirrayado	2	M	R	O

<i>Tyrannidae</i>	<i>Contopus lugubris</i>	Pibí oscuro	1	A	R	O
<i>Tyrannidae</i>	<i>Contopus bogotensis</i>	Pibí tropical	1	M	R	O
<i>Vireonidae</i>	<i>Pachysylvia decurtata</i>	Verdillo menor	1	B	R	O
<i>Vireonidae</i>	<i>Vireo flavoviridis</i>	Vireo verdiamarillo	3	M/B	R	O
<i>Vireonidae</i>	<i>Vireo olivaceus</i>	Vireo ojirrojo	3	M	R	O
<i>Vireonidae</i>	<i>Vireo flavifrons</i>	Vireo pechiamarillo	1	B	R	O
<i>Vireonidae</i>	<i>Vireo carmioli</i>	Vireo aliamarillo	1	A	R	O
<i>Corvidae</i>	<i>Cyanocorax affinis</i>	Urraca pechinegra	16	A	R	Ca/O
<i>Hirundinidae</i>	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Golondrina alirrasposa sureña	15	M/B	R	O
<i>Troglodytidae</i>	<i>Troglodytes aedon</i>	Soterrey común	16	A/M/B	R	Ca
<i>Troglodytidae</i>	<i>Pheugopedius rutilus</i>	Soterrey pechirrufo	9	A	R	Ca
<i>Troglodytidae</i>	<i>Cantorchilus semibadius</i>	Soterrey pechibarreteado	3	M/B	R	Ca
<i>Troglodytidae</i>	<i>Cantorchilus modestus</i>	Soterrey modesto	16	M/B	R	Ca
<i>Troglodytidae</i>	<i>Henicorhina leucophrys</i>	Soterrey-selvático pechigris	4	A/B	R	O
<i>Mimidae</i>	<i>Mimus gilvus</i>	Sinsonte tropical	3	M/B	R	O
<i>Turdidae</i>	<i>Catharus aurantirostris</i>	Zorzal piquinaranja	3	A	R	O
<i>Turdidae</i>	<i>Catharus fuscater</i>	Zorzal sombrío	1	A	R	O
<i>Turdidae</i>	<i>Turdus assimilis</i>	Mirlo gorgiblanco	21	A	R	Ca/O
<i>Turdidae</i>	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo pardo	62	A/M/B	R	Ca/O
<i>Ptiliognatidae</i>	<i>Phainoptila melanoxantha</i>	Capulnero negro y amarillo	1	A	R	O
<i>Fringillidae</i>	<i>Euphonia luteicapilla</i>	Eufonia coroniamarilla	4	A/M	R	Ca/O
<i>Fringillidae</i>	<i>Euphonia lanirostris</i>	Eufonia piquigruesa	24	A/M/B	R	O
<i>Fringillidae</i>	<i>Euphonia elegantissima</i>	Eufonia capuchiceleste	1	A	R	O
<i>Fringillidae</i>	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero menor	2	A	R	Ca/O
<i>Passerellidae</i>	<i>Arremonops conirostris</i>	Gorrión negrilistado	22	A/M/B	R	Ca/O
<i>Passerellidae</i>	<i>Arremon aurantirostris</i>	Gorrión piquinaranja	4	A/M/B	R	O
<i>Passerellidae</i>	<i>Atlapetes albinucha</i>	Matorralero gorgiamarillo	5	A	R	Ca/O

<i>Passerellidae</i>	<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrión ruficollarejo	5	A	R	Ca/O
<i>Icteridae</i>	<i>Sturnella magna</i>	Pastorero oriental	1	A	R	Ca
<i>Icteridae</i>	<i>Psarocolius decumanus</i>	Oropéndola crestada	3	M/B	R	Ca
<i>Icteridae</i>	<i>Icterus galbula</i>	Bolsero norteño	6	M/B	M	O
<i>Icteridae</i>	<i>Molothrus aeneus</i>	Vaquero ojirrojo	2	B	R	O
<i>Icteridae</i>	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Negro coligrande	4	B	R	O
<i>Parulidae</i>	<i>Parkesia noveboracensis</i>	Reinita acuática norteña	1	B	M	O
<i>Parulidae</i>	<i>Mniotilta varia</i>	Reinita trepadora	1	M	M	O
<i>Parulidae</i>	<i>Leiothlypis peregrina</i>	Reinita verdilla	11	A/M/B	M	O
<i>Parulidae</i>	<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	Antifacito enmascarado	1	A	R	O
<i>Parulidae</i>	<i>Geothlypis philadelphia</i>	Reinita enlutada	7	M	M	O
<i>Parulidae</i>	<i>Setophaga petechia</i>	Reinita amarilla	10	M/B	M	O
<i>Parulidae</i>	<i>Setophaga pensylvanica</i>	Reinita flanquicastaña	5	M/B	M	O
<i>Parulidae</i>	<i>Myiothlypis fulvicauda</i>	Reinita lomianteadada	3	M	R	O
<i>Parulidae</i>	<i>Myioborus miniatus</i>	Candelita gargantiplomiza	8	A	R	O
<i>Parulidae</i>	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Reinita gorricastaña	8	M/B	R	O
<i>Parulidae</i>	<i>Myioborus torquatus</i>	Candelita collareja	3	A	R	O
<i>Cardinalidae</i>	<i>Amaurospiza moesta</i>	Espiguero azul	2	M	R	O
<i>Cardinalidae</i>	<i>Cyanoloxia cyanoides</i>	Picogrueso negriazulado	1	M	R	Ca
<i>Cardinalidae</i>	<i>Passerina ciris</i>	Azulillo siete colores	1	B	M	O
<i>Cardinalidae</i>	<i>Piranga bidentata</i>	Tangara dorsirrayada	1	A	R	O
<i>Cardinalidae</i>	<i>Piranga leucoptera</i>	Tangara aliblanca	2	A	R	O
<i>Cardinalidae</i>	<i>Piranga olivacea</i>	Tangara escarlata	3	M	R	O
<i>Cardinalidae</i>	<i>Piranga rubra</i>	Tangara veranera	5	M/B	M	O
<i>Thraupidae</i>	<i>Chlorophanes spiza</i>	Mielero verde	13	A/M/B	R	O
<i>Thraupidae</i>	<i>Coereba flaveola</i>	Reinita mielera	6	M/B	R	O
<i>Thraupidae</i>	<i>Cyanerpes cyaneus</i>	Mielero patirrojo	13	M/B	R	O

<i>Thraupidae</i>	<i>Cyanerpes lucidus</i>	Mielero luciente	3	A	R	O
<i>Thraupidae</i>	<i>Dacnis cayana</i>	Dacnis azul	2	M	R	O
<i>Thraupidae</i>	<i>Dacnis venusta</i>	Dacnis musliescarlata	4	A	R	O
<i>Thraupidae</i>	<i>Eucometis penicillata</i>	Tangara cabecigris	2	A	R	O
<i>Thraupidae</i>	<i>Ramphocelus costaricensis</i>	Tangara de cherrie	74	A/M/B	R	O
<i>Thraupidae</i>	<i>Saltator maximus</i>	Saltador gorgianteado	21	A/M/B	R	O
<i>Thraupidae</i>	<i>Saltator striatipectus</i>	Saltador listado	12	A/M/B	R	Ca/O
<i>Thraupidae</i>	<i>Sporophila corvina</i>	Espiguero variable	35	A/M/B	R	O
<i>Thraupidae</i>	<i>Sporophila funerea</i>	Semillero menor	2	B	R	O
<i>Thraupidae</i>	<i>Tangara episcopus</i>	Tangara azuleja	72	A/M/B	R	O
<i>Thraupidae</i>	<i>Tangara gyrola</i>	Tangara cabecibaya	13	A/M/B	R	O
<i>Thraupidae</i>	<i>Tangara icterocephala</i>	Tangara goliplata	4	A/M	R	O
<i>Thraupidae</i>	<i>Tangara larvata</i>	Tangara capuchidorada	31	A/M/B	R	O
<i>Thraupidae</i>	<i>Tangara palmarum</i>	Tangara palmera	8	M/B	R	O
<i>Thraupidae</i>	<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillerito cariamarillo	4	A/M	R	O
<i>Thraupidae</i>	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillerito negriazulado	30	M/B	R	O

Sección: lugar de la subcuena en donde la especie de ave fue registrada, A= parte alta; M= parte media; B= parte baja.

Estado: indica el estado de distribución de la especie, R= residente; M= migratoria.

Registro: forma en que se obtuvo el registro de la especie de aves, O= observada; E= escuchada.

Fuente: Adaptado de Aparicio *et al.* 2017.

ANEXO 6. LISTADO ESPECIES DE AVES AMENAZADAS CON REGISTRO EN LA SUBCUENCA DE RÍO CAISÁN, 2017.

Listado de especies de aves amenazadas con registro en la subcuenca del río Caisán, en el 2017					
Especies	Número de individuos			Categoría de amenaza	
	Parte alta	Parte media	Parte baja	UICN	Legislación Panameña
<i>Accipiter bicolor</i>	2	0	0	LC	VU
<i>Amazilia edward</i>	6	0	0	LC	VU
<i>Amazilia tzacatl</i>	1	4	4	LC	VU
<i>Brotogeris jugularis</i>	10	43	1	LC	VU
<i>Cantorchilus semibadius</i>	0	2	1	LC	EN
<i>Catharus fuscater</i>	1	0	0	LC	VU
<i>Chlorostilbon assimilis</i>	1	0	0	LC	VU
<i>Falco peregrinus</i>	1	0	0	LC	VU
<i>Florisuga mellivora</i>	0	2	0	LC	VU
<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	1	0	0	LC	VU
<i>Laterallus albigularis</i>	1	0	1	LC	VU
<i>Melanerpes rubricapillus</i>	2	10	7	LC	VU
<i>Myioborus torquatus</i>	3	0	0	LC	VU
<i>Odontophorus guttatus</i>	12	0	0	LC	EN
<i>Passerina ciris</i>	0	0	1	NT	
<i>Penelope purpurascens</i>	6	2	3	LC	VU
<i>Phaethornis striigularis</i>	2	0	1	LC	VU
<i>Phainoptila melanoxantha</i>	1	0	0	LC	VU
<i>Pionus menstruus</i>	4	15	22	LC	VU
<i>Pionus senilis</i>	0	6	0	LC	VU
<i>Pteroglossus frantzii</i>	5	0	3	LC	VU
<i>Thalurania colombica</i>	1	0	0	LC	VU
<i>Turdus assimilis</i>	21	0	0	LC	VU
<i>Vireo carmioli</i>	1	0	0	LC	VU
RESUMEN DE INFORMACIÓN			CANTIDADES		
Número total de especies amenazadas			24		
Secciones de la subcuenca			Parte alta	Parte media	Parte baja
Especies vulnerables			19	6	8
Especies en peligro			1	1	1

Especies casi amenazadas	1	0	0
Especies vulnerables con registro único	11	2	0
Especies en peligro con registro único	1	1	
Especies casi amenazadas con registro único	1	0	0
<p>UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) (2016), lista roja de especies de aves a nivel internacional. Categorías: LC= riesgo menor, especies con amplia distribución; NT= casi amenazada, especies que en un futuro cercano, cambiara de categoría a una mas critica.</p> <p>Legislación Panameña (2016), listado de especies de flora y fauna amenazadas a nivel nacional. Categorías: VU= vulnerable, especies que se está enfrentando a un riesgo de extinción alto en estado de vida silvestre; EN= en peligro, especies que se están enfrentando a un riesgo de extinción muy alto en estado de vida silvestre.</p>			

Fuente: Elaborado con base en BirdLife International (2016) y MIAMBIENTE (2016) Resolución N° DM-0657-2016.

ANEXO 7. TABLAS DE FRECUENCIAS DE TAMAÑOS DE PARCHES DE BOSQUE PARA CADA SECCIÓN DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CAISÁN, 2017.

Tabla de frecuencia tamaños de parches de bosque parte alta de la subcuenca del río Caisán					
Clase	Límite inferior	Límite superior	Media	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
1	0,0002	34,4415	17,2209	17	0,9778
2	34,4415	68,8828	51,6622	3	0,0167
3	68,8828	103,3241	86,1035	0	0,0000
4	103,3241	137,7654	120,5447	0	0,0000
5	137,7654	172,2067	154,9860	0	0,0000
6	172,2067	206,6480	189,4273	0	0,0000
7	206,6480	241,0893	223,8686	1	0,0056

Fuente: Elaborado por el autor.

Tabla de frecuencia tamaño de parches de bosque parte media de la subcuenca del río Caisán					
Clase	Límite inferior	Límite superior	Media	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
1	0,0001	16,1232	8,0616	139	0,9205
2	16,1232	32,2463	24,1847	3	0,0199
3	32,2463	48,3694	40,3078	3	0,0199
4	48,3694	64,4925	56,4310	0	0,0000
5	64,4925	80,6156	72,5541	3	0,0199
6	80,6156	96,7387	88,6772	1	0,0066
7	96,7387	112,8619	104,8003	2	0,0132

Fuente: Elaborado por el autor.

Tabla de frecuencia tamaños de parches de bosque parte baja de la subcuenca del río Caisán					
Clase	Límite inferior	Límite superior	Media	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
1	0,05	3,56	1,81	46	0,79
2	3,56	7,07	5,32	6	0,10
3	7,07	10,58	8,83	3	0,05
4	10,58	14,09	12,34	0	0,00
5	14,09	17,60	15,85	3	0,05

Fuente: Elaborado por el autor.

ANEXO 8. FOTOGRAFÍAS

1. Evidencia de recolección de datos.



Fuente: Grupo de monitoreo de aves, 2017

Fotografía 1. Registro de aves por observación y fotografía.



Fuente: Grupo de monitoreo de aves, 2017.

Fotografía 3. Ubicación y remarcado de punto de conteo de aves



Fuente: Grupo de monitoreo de aves, 2017..

Fotografía 2. Evidencia de dificultad de acceso a los puntos de muestreos. Adecuación de camino para carro de doble tracción.



Fuente: Grupo de monitoreo de aves, 2017.

Figura 4. Observación, verificación y anotación de aves.

2. Fotografía de coberturas.



Fuente: El autor.

Fotografía 5. Cobertura de bosque



Fuente: El autor.

Fotografía 7. Cobertura de potrero



Fuente: El autor.

Fotografía 6. Cobertura de rastrojo o sucesión natural



cultivo de ají bajo techito

Fuente: El autor

Fotografía 8. Cobertura de cultivo

3. Fotografías de aves pertenecientes a las familias mejores representadas en la subcuenca del río Caisán, 2017.



Fuente: Tomado de Birds in Focus, 2017.

Fotografía 9. Tirano tropical
(*Tyrannus melancholicus*).

Familia: *Tyrannidae*



Fuente: Tomado de Birds in Focus, 2017.

Fotografía 11. Elania penachuda
(*Elaenia flavogaster*)

Familia: *Tyrannidae*



Fuente: Tomado de Birds in Focus, 2017.

Fotografía 10. Bienteveo grande
(*Pitangus sulphuratus*)

Familia: *Tyrannidae*



Fuente: Tomado de Birds in Focus, 2017.

Fotografía 12. Tangara capuchidorada
(*Tangara larvata*)

Familia: *Thraupidae*



Fuente: Tomado de Birds in Focus, 2017.

Fotografía 13. Semillero negriazulado (*Volatina jacarina*)

Familia: *Thraupidae*



Fuente: Tomado de Birds in Focus, 2017

Fotografía 15. Perico frentirrojo (*Psittacara finschi*)

Familia: *Psittacidae*



Fuente: Tomado de Birds in Focus, 2017.

Fotografía 14. Perico barbinaranja (*Brotogeris jugularis*)

Familia: *Psittacidae*



Fuente: Tomado de Birds in Focus, 2017.

Fotografía 16. Garza bueyera (*Bubulcus ibis*)

Familia: *Ardeidae*

4. Fotografías de algunas especies de aves que se encuentran en listas de especies amenazadas, registradas en la subcuenca del río Caisán, 2017.



Fuente: Elaborado con base en Birds in Focus, 2017, BirdLife International (2016) y MIAMBIENTE (2016) Resolución N° DM-0657-2016.

Fotografía 17. Especies amenazadas registradas en la subcuenca del río Caisán, 2017.

ANEXO 9. MAPAS

1. Mapa de base
2. Mapa de coberturas bosque
3. Mapa de deforestación
4. Mapa de patrón de paisaje de la parte alta
5. Mapa de patrón de paisaje de la parte media
6. Mapa de patrón de paisaje de la parte baja