

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN CONSERVACIÓN DE RECURSOS
FORESTALES**



“DISPONIBILIDAD ACTUAL DE ALIMENTOS PARA EL *Odocoileus Virginianus* EN EL SECTOR SAUCE GRANDE, COTO DE CAZA, EL ANGOLO, PIURA, PERÚ”

Presentada Por:

ROCÍO PATRICIA VÁSQUEZ JARA

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAGÍSTER SCIENTIAE
EN CONSERVACIÓN DE RECURSOS FORESTALES**

Lima – Perú

2018

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN CONSERVACIÓN DE RECURSOS
FORESTALES**

**“DISPONIBILIDAD ACTUAL DE ALIMENTOS PARA EL *Odocoileus
Virginianus* EN EL SECTOR SAUCE GRANDE, COTO DE CAZA EL
ANGOLO, PIURA, PERÚ”**

Presentada por:

Rocío Patricia Vásquez Jara

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAGÍSTER SCIENTIAE EN
CONSERVACIÓN DE RECURSOS FORESTALES**

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

**Mg.Sc. Jorge Chávez Salas
PRESIDENTE**

**Mg.Sc. Pedro Vásquez Ruesta
PATROCINADOR**

**Ph.D. Carlos Reynel Rodríguez
MIEMBRO**

**Mg.Sc. Fernando Regal Gastelumendi
MIEMBRO**

DEDICATORIA

Al Profesor Pedro Vásquez Ruesta, por siempre empujarme a seguir adelante.

Al Profesor Antonio Tovar, por siempre saber escucharme y aconsejarme.

A mis abuelitos Irene y Jorge, porque desde el cielo siempre están cuidándome.

A mi tíos Soledad y Eloy, por su apoyo incondicional.

A German y Matías, por el amor tan grande que nos une.

AGRADECIMIENTOS

Al Fondo Lende-Simmons, por su apoyo con el financiamiento del trabajo de campo y a ProNaturaleza administrador del fondo.

Al Ph.D. Norman M. Simmons, por hacer posible el Fondo Lende-Simmons ya que con su apoyo muchos estudiantes han podido financiar sus trabajos de investigación.

Al Club de Caza, Pesca y Turismo Piura, por el apoyo durante la fase de campo en el Sector Sauce Grande del Coto de Caza El Angolo.

A todos los guías del Sector Sauce Grande del Coto de Caza El Angolo, muy especialmente a Segundo Sadot Ruíz, Sebastián Peña “Chabaco” y su esposa Graciela de Peña “Chabuca”, por apoyarme con su esfuerzo, dedicación y aliento en las salidas de campo.

Al Centro de Datos para la Conservación, a Pedro Vásquez, Antonio Tovar, Fernando Regal, Enrique Gushiken, Teodosio Orellano, Maribel Orellano, Adriana Palma, Paola Matayoshi y Germán Castillo, por apoyarme a desarrollar esta investigación.

A mis queridas amigas Lourdes Durand y Adriana Palma, por su apoyo en todo momento.

ÍNDICE GENERAL

I.	Introducción.....	1
II.	Revisión de literatura.....	3
2.1	Generalidades sobre el Coto de Caza El Angolo:.....	3
2.2	Mapa de cobertura vegetal.....	13
2.3	Venado cola blanca – especie cinegética más importante del Coto de Caza El Angolo: 21	
2.4	Disponibilidad de alimentos para el venado cola blanca.....	23
III.	Materiales y métodos	27
3.1	Área de estudio:	27
3.2	Materiales:.....	30
3.3	Métodos:.....	31
3.3.1	Elaboración del mapa de cobertura vegetal del Sector Sauce Grande del CCEA	31
3.3.1. A)	Construcción de la leyenda.....	31
3.3.1. B)	Criterios fisonómicos y fisiográficos: Clasificación supervisada en base a segmentos	32
A.	Pre-procesamiento:.....	33
B.	Procesamiento.....	34
3.3.1. C)	Criterios florísticos: a partir de información registrada en campo	38
A.	Recopilación de información en campo	38
B.	Análisis de similitud/disimilitud: de cobertura vegetal	41
C.	Incorporación de la información de campo en la elaboración del mapa de cobertura vegetal	41
3.3.1. D)	Edición visual del mapa de cobertura vegetal.....	42
3.3.1. E)	Validación del mapa de cobertura vegetal	42
3.3.2	Caracterización de las unidades de cobertura vegetal presentes en el Sector Sauce Grande del CCEA:	43
3.3.2. A)	Sistematización de la información de las parcelas de vegetación registrada en el área de estudio	43
3.3.2. B)	Análisis de la estructura y composición de las unidades de cobertura vegetal. 45	
3.3.3	Análisis de la disponibilidad de alimentos para el venado cola blanca en el Sector Sauce Grande del CCEA.....	47
3.3.3. A)	Cálculo de las variables a emplear para estimar la disponibilidad de alimentos	47

A.	Número de Especies Consumidas en época seca:	48
B.	Valor de Importancia de Especies Consumidas en época seca:.....	48
C.	Biomasa aérea de las Especies Consumidas en época seca:	50
3.3.3. B)	Análisis cuantitativo de la disponibilidad de alimentos para venado en época seca	51
3.3.3. C)	Mapeo de la disponibilidad de alimentos para venado.....	51
IV.	Resultados y discusión	52
4.1	Resultados	52
4.1.1	Elaboración del mapa de cobertura vegetal del Sector Sauce Grande del CCEA	52
4.1.2	Caracterización de las unidades de cobertura vegetal presentes en el Sector Sauce Grande del CCEA.....	54
4.1.3	Resultados de la estimación de la biomasa por unidades de cobertura vegetal	71
4.1.4	Análisis de la disponibilidad de alimento para el venado cola blanca en el Sector Sauce Grande del CCEA.....	71
4.1.4. A)	Índice del Número de Especies Consumidas:	72
4.1.4. B)	Índice de Valor de Importancia de las Especies Consumidas	73
4.1.4. C)	Índice de Biomasa aérea de las especies consumidas:.....	75
4.1.4. D)	Índice de la Disponibilidad de alimentos	76
V.	Discusión:	82
VI.	Conclusiones.....	84
VII.	Recomendaciones	85
VIII.	Referencias bibliográficas	87
IX.	Anexos.....	96

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Concentración de la precipitación total anual en la época de lluvias (1996 - 2017) (Fuente: Estación Meteorológica Sauce Grande, CCPTP 2017b)	8
Cuadro 2 Leyenda propuesta para el Mapa de Cobertura Vegetal	32
Cuadro 3 Características de la imagen satelital base (Fuente: Black Bridge, 2013)	33
Cuadro 4 Valoración del Índice Kappa (Fuente: Landis & Kock 1977)	43
Cuadro 5 Parcelas de vegetación consideradas en los análisis del presente estudio (Elaboración propia)	44
Cuadro 6 Superficie de las coberturas vegetales presentes en el área de estudio (Fuente: Elaboración propia)	53
Cuadro 7 Resultado de la validación del Mapa de Cobertura Vegetal	53
Cuadro 8 Índice de Valor de importancia (IVI) de las especies del bosque de montaña (Fuente: Elaboración propia)	55
Cuadro 9 Índice de Valor de importancia de las especies del Bosque de Colina Media SemiDensa con predominancia de ceibos (Fuente: Elaboración propia)	57
Cuadro 10 Índice de Valor de importancia de las especies del Bosque de Colina Media Semidensa (Fuente: Elaboración propia)	59
Cuadro 11 Valor de importancia de las especies del Bosque de Colina Media Densa (Fuente: Elaboración propia)	61
Cuadro 12 Valor de importancia de las especies del Bosque de Colina Baja Semidensa (Fuente: Elaboración propia)	62
Cuadro 13 Valor de importancia de las especies del Bosque de Colina Baja Densa (Fuente: Elaboración propia)	64
Cuadro 14 Valor de importancia de las especies del Bosque Ribereño (Fuente: Elaboración propia)	66
Cuadro 15 Valor de importancia de las especies del Bosque de Loma (Fuente: Elaboración propia)	68
Cuadro 16 Valor de importancia de las especies del Bosque de Sabana (Fuente: Elaboración propia)	70
Cuadro 17 Estimación de la Biomasa aérea por cobertura vegetal	71

Cuadro 18 Análisis de la Disponibilidad de alimentos para el venado cola blanca durante la época seca, por cobertura de vegetación (Fuente: Elaboración propia)	76
Cuadro 19 Coberturas de vegetación según las Categorías de Disponibilidad de Alimentos para el venado cola blanca, durante la época seca (Fuente: Elaboración propia)	78
Cuadro 20 Calificación de la disponibilidad de alimentos para el venado según la cobertura vegetal y temporada (Fuente: Elaboración propia)	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Restos fósiles de moluscos	5
Figura 2 Fisiografía característica del área de estudio.....	7
Figura 3 Precipitación mensual registrada por la estación meteorológica Sauce Grande 1995 – 2017 (Fuente: CCPTP 2017b).....	10
Figura 4 Variación de la vegetación según la temporalidad (época seca y húmeda) del Sector Sauce Grande del CCEA	11
Figura 5 Especies de fauna cinegética del área.....	13
Figura 6 Evolución de los productos cartográficos del Sector Sauce Grande del CCEA	14
Figura 7 Región óptica y región microondas del espectro electromagnético (Fuente: Turner <i>et al.</i> 2003)	16
Figura 8 Mecanismo de clasificación de Random Forest (Fuente: Doumanoglou, et al. 2014)	18
Figura 9 Distribución geográfica del Venado Cola Blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) (Fuente: IUCN 2017)	21
Figura 10 Mapa de la ubicación del Coto de Caza El Angolo (Fuente: Elaboración propia) .	28
Figura 11 Mapa de la zonificación del Coto de Caza El Angolo (Fuente: INRENA 2005) ...	29
Figura 12 Mapa con la ubicación del área de estudio: Sector Sauce Grande del CCEA (Fuente: Elaboración propia)	29
Figura 13 Equipos empleados para el registro de información en campo	31
Figura 14 Imagen satelital empleada y el área de estudio	34
Figura 15 Diagrama metodológico para la elaboración del Mapa de Cobertura Vegetal (Fuente: Elaboración propia)	35
Figura 16 Vista de la evaluación de las segmentaciones en una escena.....	37
Figura 17 Parcelas de vegetación y su distribución en el área de estudio.....	45
Figura 18 Mapa de Cobertura Vegetal del Sector Sauce Grande del CCEA (Fuente: Elaboración propia)	52
Figura 19 Bosque de Montaña (Fuente: Elaboración propia)	54
Figura 20 Bosque de Colina Media SemiDensa con predominancia de ceibos (Fuente: Elaboración propia)	56

Figura 21 Bosque de Colina Media Semidensa (Fuente: Elaboración propia).....	58
Figura 22 Bosque de Colina Media Densa (Fuente: Elaboración propia)	60
Figura 23 Bosque de Colina Baja Semidensa (Fuente: Elaboración propia).....	62
Figura 24 Bosque de Colina Baja Densa (Fuente: Elaboración propia)	63
Figura 25 Bosque Ribereño (Fuente: Elaboración propia).....	65
Figura 26 Bosque de Loma (Fuente: Elaboración propia)	67
Figura 27 Bosque de Sabana (Fuente: Elaboración propia).....	69
Figura 28 Índice del Número de Especies Consumidas por el venado cola blanca, en época seca, por cobertura de vegetación (Fuente: Elaboración propia)	72
Figura 29 Mapa del Índice del Número de especies consumidas por el venado cola blanca, en época seca (Fuente: Elaboración propia)	72
Figura 30 Índice del Valor de Importancia de las Especies Consumidas por el venado cola blanca, en época seca, por cobertura de vegetación (Fuente: Elaboración propia)	73
Figura 31 Mapa del Índice del Valor de Importancia de las especies consumidas por el venado cola blanca, en época seca (Fuente: Elaboración propia).....	74
Figura 32 Índice de la Biomasa aérea de las Especies Consumidas por el venado cola blanca, en época seca, por cobertura de vegetación (Fuente: Elaboración propia).....	75
Figura 33 Mapa del Índice de Biomasa aérea de las especies consumidas por el venado cola blanca, en época seca (Fuente: Elaboración propia).....	75
Figura 34 Mapa de la distribución de las Categorías de Disponibilidad de Alimentos para el venado cola blanca, durante la época seca (Fuente: Elaboración propia).....	77
Figura 35 Distribución de las Categorías de disponibilidad de alimentos para el venado cola blanca, durante la época seca, en el área de estudio (Fuente: Elaboración propia)	78
Figura 36 Distribución de las categorías de disponibilidad de alimentos para el venado cola blanca durante la época húmeda (Fuente: Elaboración propia)	79
Figura 37 Tipo de alimento disponible en la época seca (a) y época húmeda (b) (Fuente: Elaboración propia)	80
Figura 38 Oferta de alimentos por especie disponible en la época seca (a) y húmeda (b) (Fuente: Elaboración propia)	80

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Evolución de los insumos empleados para la cartografía de la vegetación del Sector Sauce Grande del CCEA	97
Anexo 2 Evolución de los productos cartográficos de la vegetación del Sector Sauce Grande del CCEA	100
Anexo 3 Formato de registro de la información de campo	104
Anexo 4 Listado de plantas silvestres que sirven de alimentos para el venado cola blanca en el CCEA	105
Anexo 5 Catálogo fotográfico de las coberturas vegetales del Sector Sauce Grande del CCEA	108

RESUMEN

La especie cinegética más importante del Coto de Caza el Angolo (CCEA), Área Natural Protegida, es el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el ungulado más ampliamente distribuido en América; y en Perú, es una de las especies de fauna más cotizadas por su carne, cuero y como trofeo en la caza deportiva.

Un aspecto fundamental para el manejo de una especie de fauna silvestre, es contar con suficiente información sobre su hábitat, es decir, los recursos que le permiten sobrevivir (alimento, agua, cobertura y espacio). En ese sentido, resulta primordial contar con información sobre el monitoreo de las condiciones del hábitat de la especie, a fin de ser capaces de detectar tendencias y adoptar medidas preventivas.

La presente investigación propone estimar la disponibilidad de alimentos para el venado cola blanca, durante la época seca, periodo cuando la especie sufre el mayor estrés ante los limitados recursos. Se propone una estimación cuantitativa, empleando indicadores que caractericen tanto la cantidad como la calidad de los alimentos disponibles, en cada una de las unidades de cobertura vegetal presentes en el Sector Sauce Grande del CCEA.

En base a los resultados de la estimación, la mayor disponibilidad de alimentos, durante la época seca, en el Sector Sauce Grande se concentra en el Bosque de Colina Baja Semidensa y el Bosque Ribereño. Ambas coberturas de vegetación coinciden con la presencia y cercanía a los jaguayes (ojos de agua), otro elemento de vital importancia para el hábitat del venado.

Además, en base a los resultados de la investigación, se reafirmó la condición limitante del factor alimento, para el hábitat del venado, durante la temporada seca. Registrándose una disminución sustancial de la disponibilidad de alimentos, en todas las coberturas vegetales del área, frente a la época húmeda.

Palabras claves: Venado cola blanca, Coto de Caza, manejo de fauna Silvestre, hábitat, disponibilidad de alimentos, cobertura de vegetación, estacionalidad

ABSTRACT

The white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) is the most important hunting species of Coto de Caza El Angolo (CCEA), Protected Natural Area, is the most widely distributed ungulate in America; and in Peru, is one of the species most quoted for its meat, leather and as a trophy in sport hunting.

A fundamental aspect for the management of a species is to have enough information about its habitat, that is, the resources that allow it to survive (food, water, cover and space). In this sense, it is essential to have information on the monitoring of habitat conditions of the species, in order to detect trends and adopt preventive measures.

The present research proposes to estimate the availability of food for white tailed deer during the dry season, when the species suffers the most stress because of limited resources. A quantitative estimate is proposed, using indicators that characterize food available, in terms quantity and quality, in each of the vegetation cover units present in the Sauce Grande sector of the CCEA.

Based on the results of the estimation, the greater food availability during the dry season in the Sauce Grande Sector is concentrated in the Lower Semidense Hill Forest and the Riparian Forest. Both covers vegetation coinciding with the presence and proximity to the “jaguayes” (springs), another element of vital importance for the habitat of the deer. In addition, based on the results, the limiting condition of the food factor for the deer habitat during the dry season was reaffirmed. There was a substantial decrease in the availability of food in all the vegetation cover of the area, compared to the wet season.

Key words: White tail deer, game preserve, wildlife management, habitat, food availability, vegetation cover, seasonality.

I. INTRODUCCIÓN

El éxito del manejo de fauna silvestre depende principalmente del conocimiento que se tenga del hábitat de la especie y de los factores limitantes que controlan su población (Ojasti y Dallmeier, 2000). Esta información permitirá tomar decisiones sobre los recursos del hábitat de la especie, tales como el alimento, cobertura, agua y espacio; a fin de mejorar o mantener las condiciones existentes en el área de manejo, en beneficio de la especie.

El uso de cartografía y el manejo de datos que muestren la estructura espacial de los componentes principales del hábitat de una especie, resultan primordiales para el manejo de la misma. Hoy en día, se ha generalizado el empleo de sensores remotos y herramientas del SIG, generando información georreferenciada y con una escala de trabajo que permite tomar decisiones, planificar actividades y generar herramientas para la gestión efectiva del área de manejo. El avance en este campo ha revolucionado las posibilidades del manejo de la información, acercando las herramientas de teledetección a diversos usuarios, como los manejadores de fauna silvestre.

El Coto de Caza el Angolo es un Área Natural Protegida por el Estado, destinada al manejo cinegético de la fauna silvestre. La especie más importante del área, es el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el ungulado más ampliamente distribuido en Norte, Centro y Sudamérica; en Perú es una de las especies de fauna más cotizadas por su carne, cuero y como trofeo en la caza deportiva.

Para manejar el hábitat de una especie es fundamental contar con información proveniente de evaluaciones y monitoreos de las condiciones del hábitat, ya que permiten detectar tendencias y adoptar medidas preventivas y correctivas, en caso sea necesario. Según, Ojasti y Dallmeier (2000), el mejor manejo del hábitat es el preventivo, ya que en términos generales, el monitoreo de las condiciones del hábitat es menos costoso que su manejo, de tal forma que una buena documentación en la primera etapa ayuda a racionalizar los gastos en la segunda.

En vista que el alimento es uno de los factores clave del hábitat, con posibilidades de monitoreo, es necesario contar con suficiente información del mismo, que permita evaluar el recurso y contribuya a la toma de decisiones concretas sobre el manejo del hábitat. Por tales motivos, se propone la realización de esta investigación, que busca estimar la disponibilidad de alimentos del Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*), en el Sector Sauce Grande del CCEA. Generando información relevante que busca contribuir con el desarrollo de actividades de planificación, manejo y gestión de los recursos presentes en el área de manejo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades sobre el Coto de Caza El Angolo:

➤ **Referencias Históricas sobre el Coto de Caza El Angolo:**

Una detallada descripción sobre la historia del Sector Sauce Grande del Coto de Caza El Angolo fue sistematizada por Vásquez y Justo (2009). El Coto de Caza El Angolo fue creado como iniciativa privada en 1954, funcionando en ese entonces como coto de caza privado. Más tarde, en 1970, Negociaciones Agrícola Mallares S.A. que tenía bajo su propiedad la Hacienda Mallares (donde se ubica el coto de caza) donó la misma a la Dirección General de la Reforma Agraria y Asentamiento Rural, del Ministerio de Agricultura. Posteriormente, la Zona Agraria I - Piura mantuvo la administración del Coto de Caza (Brack et al. 1973).

El Coto de Caza El Angolo (CCEA), fue establecido como Área de Manejo de Fauna Silvestre, mediante la Resolución Suprema N° 0264-75-AG, el 1 de Julio de 1975, y destinada a la conservación a través de la caza deportiva, reglamentada por el Ministerio de Agricultura. En 1977, a propuesta del Gobierno Peruano, la UNESCO reconocen al Coto de Caza El Angolo, junto con el Parque Nacional Cerros de Amotape y la Reserva Nacional de Tumbes, como Reserva de Biósfera del Noroeste del Perú (SERNANP 2005). A partir de 1990, el CCEA forma parte del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE), año en que se creó el sistema y en el que se fusionaron tanto las Unidades de Conservación como las Áreas de Manejo (Vásquez y Justo 2009).

Desde 1990, el Club de Caza Pesca y Turismo de Piura (CCPTP) y el Ministerio de Agricultura iniciaron conversaciones para la concesión del Sector Sauce Grande del CCEA (Vásquez y Justo 2009). En 1992, mediante la Resolución Ministerial N° 00872-92-AG, el CCPTP obtuvo la concesión de dicho sector (cuya extensión oficial en ese momento notaba 10 280 ha), por un plazo de 10 años, destinado a la práctica de cacería deportiva regulada. Este contrato de concesión fue firmado entre Parques Nacionales Perú, en representación del Ministerio de Agricultura, y el CCPTP (Regal 2013).

En 1993, el CCPTP y la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) suscribieron un convenio de cooperación para dar continuidad a los trabajos de investigación realizados por la UNALM desde 1985, así como destinar los resultados de las investigaciones como respaldo de la gestión del área por parte del CCPTP (Vásquez y Justo 2009). Permitiendo así que, hasta el día de hoy, la Especialidad de Conservación de Recursos Forestales de la Escuela de Posgrado de la UNALM continúe realizando sus ejercicios de campo en el sector del área, a fin de complementar la formación de los estudiantes, tanto a nivel graduado como de pregrado. Estos ejercicios de campo se han desarrollado anualmente y de manera ininterrumpida hasta la actualidad, contribuyendo a generar gran parte de la información disponible para el manejo de este sector del área natural protegida¹.

Luego de transcurrir el periodo de vigencia del otorgamiento de la concesión, el CCPTP presentó el informe correspondiente a los 10 años de gestión; asimismo, solicitó un contrato de administración² parcial para el sector Sauce Grande, en virtud a lo estipulado por la Ley de Áreas Naturales Protegidas y su Reglamento (Ley 26834 y DS 034-2001-AG).

El Instituto Nacional de Recursos Naturales – INRENA resolvió aprobar la propuesta presentada por el CCPTP y otorgarle, mediante la Resolución Directoral N° 034-2002-INRENA-DGANP, el contrato de administración parcial para el mencionado sector, por un periodo de 20 años, contrato que fue suscrito el 12 de Mayo del 2003 (CCPTP 2017), sobre una extensión de 9 980 ha³ (Vásquez y Justo 2009). En cumplimiento de los acuerdos contractuales, el CCPTP facilitó los procesos para la formulación del Plan Maestro del CCEA. El mismo que fue aprobado el 30 de diciembre del 2005, fecha a partir de la cual se dio inicio al contrato de administración parcial.

Más tarde, el 28 de noviembre del 2012 se expidió la Resolución Presidencial N° 212-2012 SERNANP, que aprobó la actualización del Plan Maestro del Coto de Caza El Angolo para el periodo 2012 – 2017 (CCPTP 2017).

¹ Vásquez (2016) Comunicación personal

² Los contratos de administración, son instrumentos mediante los cuales el Estado, a través del SERNANP, encarga a una persona jurídica sin fines de lucro, de manera individual o asociada, la ejecución total o parcial de las operaciones de manejo y administración contenidos en el plan maestro, el plan operativo anual y demás instrumentos de manejo de un ANP del SINANPE, con excepción de las reservas comunales (SERNANP 2012).

³ Extensión corregida del Sector Sauce Grande del Coto de Caza El Angolo, mediante herramientas del Sistema de Información Geográfica, anteriormente figuraba cómo extensión oficial 10 280 Ha (Resolución Directoral N° 034-2002-INRENA-DGANP).

Actualmente, sector Sauce Grande del CCEA, cuenta con un Informe Quinquenal 2011-2015 del Contrato de Administración Parcial (CCPTP 2016); un Plan de trabajo y presupuesto anual, aprobados mediante la carta N° 299-2016-SERNANP-DGANP, el 7 de julio del 2016; y un Plan de manejo cinegético del venado cola blanca en el Sector Sauce Grande 2016-2020 (CCPTP 2016b). Además, en abril del 2017, se aprobaron los Términos de Referencia para el proceso de actualización del Plan Maestro del Coto de Caza El Angolo, a través de la Resolución Directoral N°17 – 2017 – SERNANP - DDE.

➤ **Geología y Geomorfología**

De acuerdo al Instituto Geológico Minero Metalúrgico (Palacios 1994), en el CCEA se han identificado 10 formaciones geológicas, predominando las rocas del carbonífero y del devoniano (Paleozoico) y rocas ígneas (Cenozoico), los cuales se distribuyen a lo largo de la cordillera de los Amotapes y constituyen casi un 70% del Área Natural Protegida.

Litológicamente, este territorio está dominado por cuartizas oscuras y pizarras negras; sin embargo, en algunos lugares, como la quebrada Barranco Colorado y Toro Muerto, pueden encontrarse restos fósiles de peces y moluscos (ver figura 1) como Turritelas, Olivelas y Amonites (Vásquez y Justo 2009).

	
<p>Fósiles de moluscos: Turritelas en la quebrada de Barranco Colorado (Fotografía: Rocio Vásquez)</p>	<p>Fósiles de moluscos: Olivelas en la quebrada de Barranco Colorado (Fotografía: Pedro Vásquez)</p>

Figura 1 Restos fósiles de moluscos

En el Sector Sauce Grande se destacan dos formaciones; la Formación Jahuay Negro, que pertenece al sistema cretáceo superior (Mesozoico), que incluye la zona del sector Sauce Grande y la parte baja de la Quebrada Barbacoas. Esta formación está compuesta de areniscas feldespáticas de color gris, con canales rellenos con arena. En esta formación han sido encontrados restos de fósiles de animales y plantas (Palacios 1994).

Así también, la Formación Pananga y Muerto, que corresponde a una secuencia carbonatada depositadas alrededor de las partes bajas del sector sur de las montañas de los Amotapes y La Brea. La formación Pananga, presenta areniscas calcáreas y concreciones ferrugineas. La formación Muerto, aflora en la Quebrada El Muerto, donde se presenta calizas grises que por la oxidación se tornan ocre (intemperismo), conteniendo además la presencia de restos fósiles de fauna marina: gastrópodos, restos de ostras, conchas (Palacios 1994).

Geomorfológicamente, el territorio del Sector Sauce Grande del Coto de Caza El Angolo ocupa parte de las estribaciones iniciales de la cadena montañosa de Los Amotapes. El paisaje está conformado por un conjunto de colinas (altas y medias), lomadas y valles amplios, interrumpidas por quebradas de variable amplitud y régimen de agua. El rango altitudinal varía desde los 540 m.s.n.m. en el caserío de El Angolo, hasta los 1613 m.s.n.m. en la cumbre del Cerro Carrizal (Vásquez *et al.*2007).

	
<p>Montaña (Fotografía: Pedro Vásquez)</p>	<p>Colinas altas (Fotografía: Pedro Vásquez)</p>
	
<p>Colinas Medias (Fotografía: Pedro Vásquez)</p>	<p>Colinas Bajas (Fotografía: Pedro Vásquez)</p>
	
<p>Lomas (Fotografía: Pedro Vásquez)</p>	<p>Llanura (Fotografía: Pedro Vásquez)</p>

Figura 2 Fisiografía característica del área de estudio

➤ **Clima**

Las condiciones climáticas del área de estudio están definidas por la corriente peruana (o de Humboldt), la corriente cálida (o de El Niño), la presencia de la Cordillera de los Andes y su cercanía a la línea ecuatorial (Vásquez *et al.* 2007)

Durante el año generalmente se presentan dos estaciones bien diferenciadas; la época de lluvias (verano), desde enero hasta abril, época en que se concentra, en promedio, el 90% de la precipitación total anual del área (ver cuadro 1); y la época seca (invierno), de mayo a diciembre, caracterizado por ser un período de escasa precipitación y condiciones de aridez (CCPTP 2017b).

Cuadro 1 Concentración de la precipitación total anual en la época de lluvias (1996 - 2017) (Fuente: Estación Meteorológica Sauce Grande, CCPTP 2017b)

Año	Enero - Abril
1996	83%
1997	26%
1998	98%
1999	89%
2000	94%
2001	100%
2002	99%
2003	95%
2004	91%
2005	80%
2006	97%
2007	100%
2008	100%
2009	90%
2010	100%
2011	98%
2012	97%
2013	100%
2014	67%
2015	90%
2016	99%
2017	98%

Sin embargo, en base a los datos de la estación meteorológica Sauce Grande (ver figura 3) registrados entre 1995 al 2017, la precipitación es variable entre un año y otro, presentando cambios en la temporalidad, principalmente evidenciada en las alteraciones de los inicios y

términos de las precipitaciones y sequías, que ocasionan repercusiones en la vegetación y fauna del área. Estos cambios se exageran especialmente con el Evento El Niño, temporadas de fuerte precipitación, cuando muchas quebradas llevan un caudal considerable de agua corriente, las mismas que disminuyen drásticamente durante la época seca, quedando tan sólo algunos ojos de agua, denominados "jahuayes", que constituyen importantes fuentes de agua para los animales (CDC – UNALM 1995).

Según los datos de la estación meteorológica la precipitación total anual fluctúa entre los 56 a 2338 mm, con un promedio de 626 mm/año (CCPTP 2017b). Durante 1997, 1998 y 2017 cuando se presentó el Evento El Niño, se registraron incrementos de precipitación de hasta 5 veces el valor promedio anual, ocasionando considerables problemas de erosión en la zona (CCPTP 2017b). Excluyendo esos años anómalos, la precipitación total anual entre 1999 – 2016, ha variado entre los 102 a 1057 mm, con un promedio de 467 mm/año (CCPTP 2017b). En cuanto a la temperatura, los datos registrados entre 1995 al 2015, indican como temperatura máxima promedio 42.9 °C y como temperatura mínima promedio 12.4 °C, con promedio anual de 32 °C (CCPTP 2016).

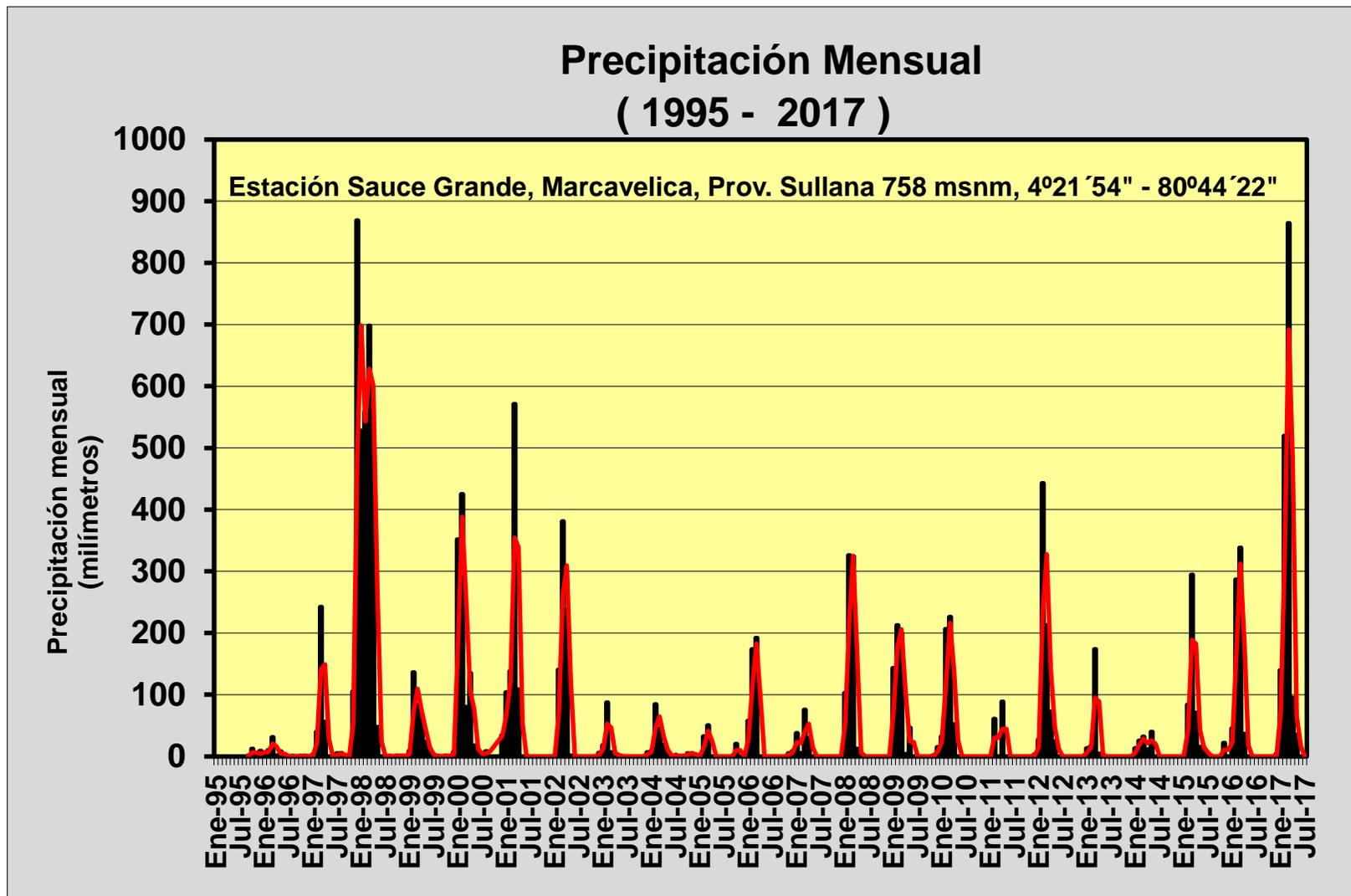


Figura 3 Precipitación mensual registrada por la estación meteorológica Sauce Grande 1995 – 2017 (Fuente: CCPTP 2017b)

➤ Vegetación

La vegetación del Sector Sauce Grande del CCEA corresponde a la del bosque estacionalmente seco de la costa norte del país (ver figura 4), conformada por árboles, que durante la estación seca pierden el follaje, y matorral arbustivo, en su mayoría caracterizado con plantas espinosas y cactáceas columnares dispersas. Durante la época de lluvias, el bosque seco cambia de fisionomía, los árboles se cubren de hojas y el herbazal es abundante, alcanzando hasta un metro de altura (Vásquez *et al.* 2007).

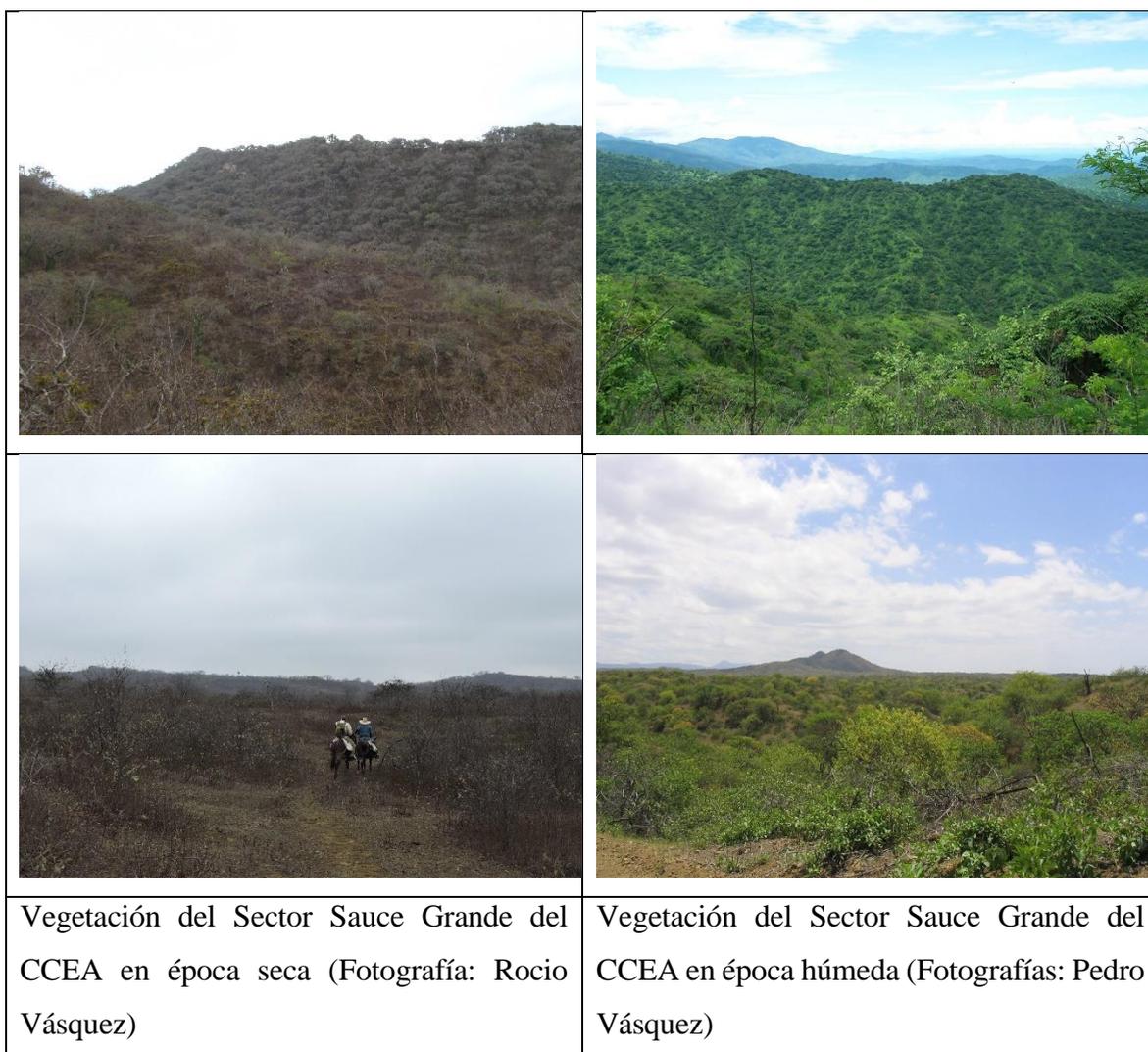


Figura 4 Variación de la vegetación según la temporalidad (época seca y húmeda) del Sector Sauce Grande del CCEA

Es notable la presencia de varias asociaciones vegetales en el Sector Sauce Grande del Coto de Caza, en la parte sur con presencia de colinas bajas de suave pendiente predominan árboles bajos, como el algarrobo (*Prosopis pallida*), el charán (*Caesalpinia paipai*), el sapote

(*Capparis scabrida*), el hualtaco (*Loxopterygium huasango*) y arbustos como la borrachera (*Ipomaea carnea*), el cardo maderero (*Armatocereus cartwrightianus*) y el cardo gigante (*Neoraimondia arequipensis*) (CDC – UNALM 1995, Sabogal y Zerbe, 2005). Rumbo al albergue de Sauce Grande, aparecen árboles más altos como el polo-polo (*Cochlospermum vitifolium*), el palo santo (*Bursera graveolens*) y el porotillo (*Erythrina smithiana*); y un matorral con especies arbustivas como la aserrilla (*Mimosa myriadena* y *Mimosa acantholoba*) y uña de gato (*Byttneria glabrescens*). Alrededor del albergue predomina una formación constituida por el pasallo (*Eriotheca ruizii*) y el ceibo (*Ceiba trichistandra*), este último es un árbol robusto de tronco verde con ramas altas cubiertas de plantas epífitas como achupayas (*Vriesia espinosa*) y salvajina (*Tillandsia usneoides*); otras especies presentes son almendro (*Geoffroea striata*), huarapo (*Terminalia valverdae*), entre otros. En las partes altas del Sector Sauce Grande, subiendo por la quebrada El Espino, aparecen otras especies como el guayabo (*Psidium guajava*), sapote montañoso (*Capparis prisca*) y huayruro (*Fulcaldea laurifolia*), debido al relieve y paso de las neblinas que favorecen una mayor humedad (CDC – UNALM, 1995).

Según el inventario florístico realizado a fines de la década de los 80, en el sector Sauce Grande se reportaron 60 familias, 151 géneros y 179 especies (Ríos 1989). Siendo las fabaceas, la familia que comprende la mayor cantidad de especies (Brako y Zarucchi 1993, Gentry 1995, citado por Abou 2010).

➤ **Fauna**

En cuanto a la fauna silvestre presente en el Coto de Caza, se caracteriza por no ser muy diversa, si se compara con registros de otras áreas naturales protegidas. Sin embargo, debido a su ubicación geográfica y a las condiciones bioclimáticas, en el CCEA confluyen especies propias de bosque húmedo tropical, de desierto costero y de ambientes altoandinos. Además, en esta área existe un gran número de especies cuya distribución es restringida a la zona, como parte del Centro de Endemismos de Tumbes (Vásquez *et al.* 2007).

Las variaciones anuales en las condiciones de humedad y de disponibilidad de agua determinan una marcada variación en cuanto a la diversidad de la fauna durante el año. Esto se hace evidente en la época de lluvias, cuando aparecen especies de fauna que en época seca no están presentes como el jaguar (*Panthera onca*). La especie cinegética más importantes de la zona es el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), y las potenciales son: el puma

(*Puma concolor*), la perdiz (*Nothorprocta pentlandi*), y el sajino (*Pecari tajacu*) (Vásquez et al. 2007).

	
<p>Venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) (Fotografía: Rocio Vásquez)</p>	<p>Puma (<i>Puma concolor</i>) (Fotografía: Pedro Vásquez)</p>
	
<p>Perdiz (<i>Nothorprocta pentlandi</i>) (Fotografía: Rocio Vásquez)</p>	<p>Sajino (<i>Pecari tajacu</i>) (Fotografía: Rocio Vásquez)</p>

Figura 5 Especies de fauna cinegética del área

2.2 Mapa de cobertura vegetal

➤ Evolución cartográfica de la cobertura vegetal del Sector Sauce Grande del CCEA

A lo largo de la historia del Sector Sauce Grande, se han empleado diferentes insumos y metodologías, en base a las tecnológicas y capacidades técnicas disponibles y accesibles en cada época, todos con la finalidad de elaborar productos cartográficos (Anexos 1 y 2) sobre la vegetación del Sector Sauce Grande del CCEA, esta evolución cartográfica se puede resumir en la siguiente línea de tiempo:

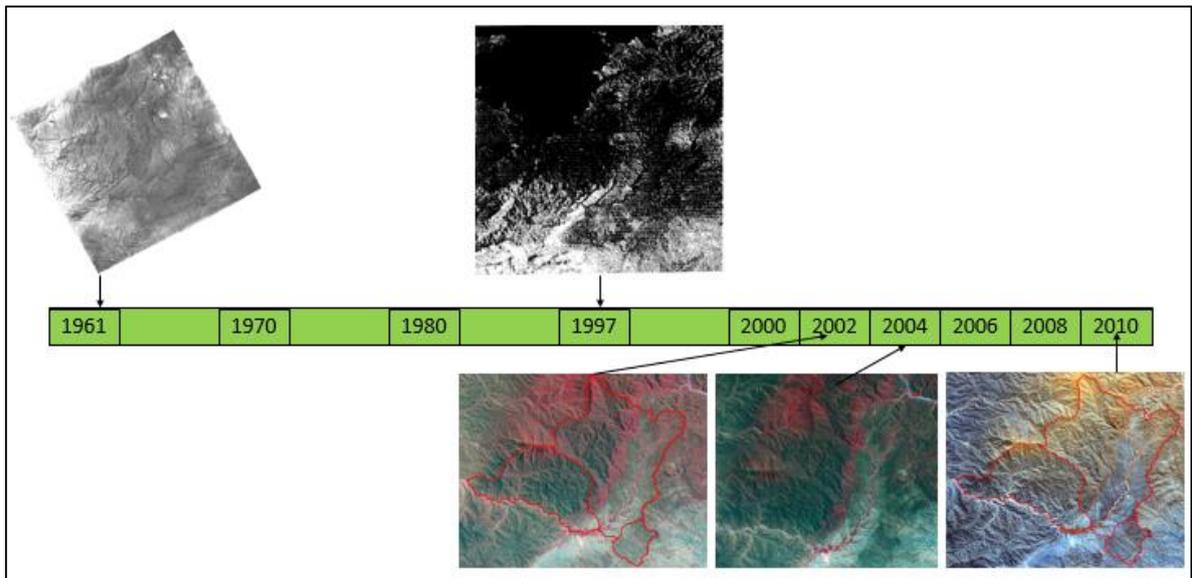


Figura 6 Evolución de los productos cartográficos del Sector Sauce Grande del CCEA

La incursión en la producción cartográfica de la cobertura vegetal del Sector Sauce Grande se inicia con Ríos⁴ (no publicado), quien elaboró una primera aproximación de mapa de vegetación en 1981, a partir del empleo de fotografías aéreas (del año 1961), obtenidas como parte del Proyecto USAF – AF 60-17. Dicho mapa fue desarrollado a partir de una leyenda basada en criterios fisiográficos y florísticos, y sirvió de referencia para posteriores clasificaciones.

Más tarde, Figallo (1997) como parte de su trabajo de tesis de grado, incursiona en las técnicas y algoritmos de clasificación automatizadas, realizando un análisis comparativo entre las técnicas de clasificación supervisada y no supervisada, cuyos resultados fueron evaluados bajo criterios florísticos, fisonómicos y fisiográficos. Este estudio empleó una imagen base de mediana resolución (60 metros) Landsat MSS (del año 1994) y el algoritmo de clasificación *Maximum likelihood*⁵.

Luego, Vásquez⁶ (no publicado) desarrolló su primera aproximación de un mapa de vegetación del Sector Sauce Grande en 2005, mediante una interpretación visual en base a su experiencia en la zona, empleando una imagen Aster (del año 2004) de mediana resolución (15 y 30 m).

⁴ Pedro Vásquez Ruesta (Comunicación personal)

⁵ El clasificador *Maximum Likelihood* (en español máxima verosimilitud), es uno de los métodos de clasificación supervisada más populares. En el que se clasifica un píxel con la máxima verosimilitud en la clase correspondiente, a partir de la información ingresada para las clases establecidas, empleando variables estadísticas (media, varianza / covarianza) y una función de probabilidad (Bayesiano) (Navulur 2007).

⁶ Pedro Vásquez Ruesta (Comunicación personal)

Posteriormente, Vásquez⁷ elaboró una aproximación de un mapa de vegetación del área en 2012, bajo la misma técnica de mapeo, pero esta vez empleando como insumo principal una imagen Rapid Eye (del año 2010) de alta resolución (5 m).

Sin embargo, a pesar de que tanto las técnicas y algoritmos de clasificación, imágenes satelitales y las herramientas para el procesamiento de estas, han evolucionado con el tiempo, hasta hoy en día no se contaba con un mapa actual de la cobertura vegetal del área. Es por esta razón que la presente investigación busca aplicar las nuevas tecnologías disponibles en materia de percepción remota y SIG, para elaborar el mapa de cobertura vegetal del área, el mismo que se empleó como base para distribuir espacialmente la disponibilidad de alimentos para el venado cola blanca en el área.

➤ **Uso de cartografía y el manejo de datos espaciales en el manejo de fauna silvestre**

Uno de los principales objetivos del Coto de Caza El Angolo es la conservación a través del manejo cinegético de la fauna silvestre (INRENA 2005). Para lo cual es imprescindible contar con herramientas, tales como el uso de cartografía y el manejo de datos, que muestren la estructura espacial del área, a fin de proveer información para fortalecer las actividades de planificación, manejo y gestión de los recursos presentes en el área de manejo (Ojasti y Dallmeier 2000).

En materia de análisis de hábitat de una especie, los mapas constituyen tanto una herramienta básica como el producto final, ya que en base a la información que provean permitirá conocer la variación espacial del paisaje, la distribución de los diferentes tipos de hábitat de la especie de interés, así como la extensión y continuidad de los mismos (Ojasti y Dallmeier 2000).

Hoy en día, la documentación cartográfica se genera principalmente mediante técnicas de teledetección, que buscan caracterizar la superficie de la tierra midiendo ondas electromagnéticas emitidas o reflejadas por ésta, valiéndose de sensores remotos ubicados en aviones o satélites, registrando continuamente información (Wickland 1991, Turner *et al.* 2003). Además, empleando los Sistemas de Información Geográfica (SIG), herramienta que actualmente está siendo extensamente difundida en temas de biología de la conservación y

⁷ Pedro Vásquez Ruesta (Comunicación personal)

manejo de fauna silvestre. Diseñada para almacenar, procesar y presentar en términos espaciales la información gráfica, numérica y descriptiva (Eastman 2001). Permitiendo generar y mantener bases de datos geográficos, extraerlos y presentarlos selectivamente; así como explorar las relaciones entre conjuntos de datos espaciales, y predecir eventos en función a modelos, contribuyendo a la toma de decisiones mejores y más oportunas (Vargas 1988).

El espectro electromagnético puede ser dividido en dos regiones de longitud de onda conocidas como óptica y microondas. La región óptica registra la energía reflejada y emitida por la Tierra, típicamente a longitudes de onda entre 0,4 y 14 μm . Mientras que la región de microondas, detecta longitudes de onda mucho más largas, entre, 1 mm y 1 m. Ambas radiaciones ocupan distintas regiones del espectro electromagnético (Ver Figura 7) y son detectadas utilizando distintas tecnologías (Turner *et al.* 2003).

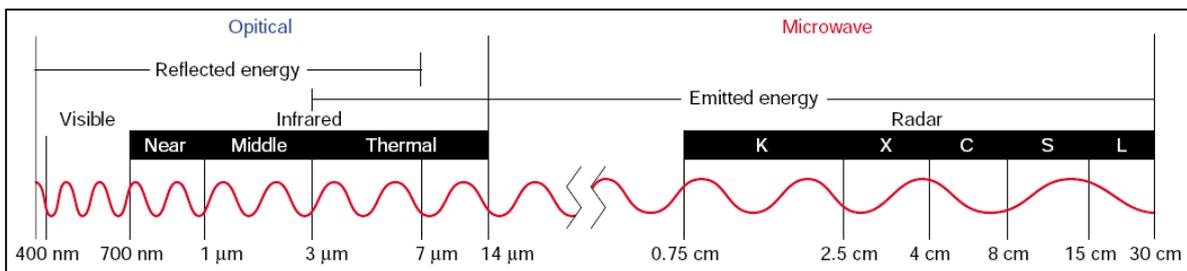


Figura 7 Región óptica y región microondas del espectro electromagnético (Fuente: Turner *et al.* 2003)

La teledetección ha sido empleada para generar un amplio rango de estimaciones para caracterizar variables ecológicas, tanto a nivel local como global, incluyendo información sobre cobertura de la tierra, cobertura vegetal, hábitat de especies y estructura y funciones del bosque (Kerr y Ostrovsky 2003, Turner *et al.* 2003). Recientes desarrollos tecnológicos en la teledetección han resultado en nuevas capacidades de la información capturada y procesada, haciendo posible generar y analizar imágenes digitales de alta resolución (Wulder *et al.* 2004).

La información que puede ser generada mediante teledetección está directamente relacionada a los atributos del sensor y a las características de las imágenes que este produce: resolución espacial, tamaño de píxel; resolución espectral, longitudes de onda utilizadas; la resolución temporal, cuándo y con qué frecuencia las imágenes se recogen; resolución radiométrica, capacidad del sensor para discriminar entre niveles de radiancia espectral; y extensión espacial, área de terreno representado (Turner *et al.* 2003).

En la última década se han lanzado satélites comerciales de alta resolución espacial, los cuales poseen sensores multiespectrales con la capacidad de mejorar nuestra capacidad para identificar objetos a una escala espacial detallada, antes sólo alcanzables a partir de fotografías aéreas o imágenes de satélite de acceso restringido o clasificadas (Turner *et al.* 2003). Con este nivel de resoluciones, se está convirtiendo factible reconocer diversos tipos de vegetación e incluso grandes árboles individuales (Wulder *et al.* 2004).

Las imágenes de alta resolución como las *Rapid Eye*, poseen con una resolución espacial de 5 metros, una resolución espectral que consta de 5 bandas que miden la radiancia en distintas longitudes de onda del espectro electromagnético (azul 440 – 510 nm, verde 520 – 590 nm, rojo 630 – 685 nm, red edge 690 – 730 nm y NIR 760 – 850 nm), una resolución temporal de 1 día (off nadir) y una resolución radiométrica de 12 bits (Black Bridge, 2013). Este tipo de imágenes pueden ser adquiridos con un nivel de preprocesamiento determinado, como las *Ortho Rapid Eye* (Nivel 3A), que consisten en productos ortorrectificados con correcciones radiométricas a nivel de sensor, y geométricas (referenciados) a una determinada proyección cartográfica. El sistema *Rapid Eye* consta de cinco satélites equipados con sensores multiespectrales idénticos y calibrados entre sí, ubicados en el mismo plano orbital, lo que permite adquirir imágenes de alta resolución sobre grandes áreas diariamente (Black Bridge, 2013).

➤ **Mapa actual de la Cobertura Vegetal del Sector Sauce Grande del CCEA**

Para extraer la información de una imagen satelital se puede emplear diversas técnicas. Para la elaboración del mapa de cobertura vegetal, se empleó la propuesta metodología desarrollada en el proyecto “Dinámicas de Cambio de Cobertura de la Tierra en la Comunidad Andina - Componente Nacional Perú – Primera Etapa”, que consiste en una clasificación supervisada en base a segmentos, empleando el algoritmo de clasificación *Random Forest* (MINAM 2014).

Según Sokal (1974, citado por Di Gregorio & Jansen 1996), una clasificación es un ordenamiento o disposición de los objetos en grupos o conjuntos, sobre la base de sus relaciones. Es decir, una representación abstracta de la realidad presente en campo, utilizando criterios de diagnóstico bien definidos.

RandomForest es un algoritmo de clasificación no lineal, compuesto por cientos de árboles de decisiones (unidad básica), que funcionan generando particiones secuenciales del conjunto de datos iniciales, con la finalidad de identificar patrones en ellos, maximizando así las diferencias de la variable que se quiere clasificar (Breiman 2001, Perichinsky 2007).

Los árboles de decisión, también llamados árboles de clasificación, son una serie de métodos muy flexibles de regresión y de clasificación, que pueden manejar un gran número de variables, incluso con problemas de correlación entre ellas (Salinas y Salazar 2006). Al realizarse las divisiones de forma secuencial, se construye un esquema tipo “arborescente”, donde cada rama es una regla de decisión “si-entonces” (Perichinsky 2007, Liaw y Wiener 2002). Este algoritmo emplea un sistema de “votos” entre el conjunto de árboles, para “decidir” la clase que se le asignará (Ver figura 8). Cada árbol calibrado es un voto y se asigna la clase en función de cuántos votos obtiene cada una de las unidades a ser clasificadas, es decir en función de la clase más popular (Bosch et al. 2007).

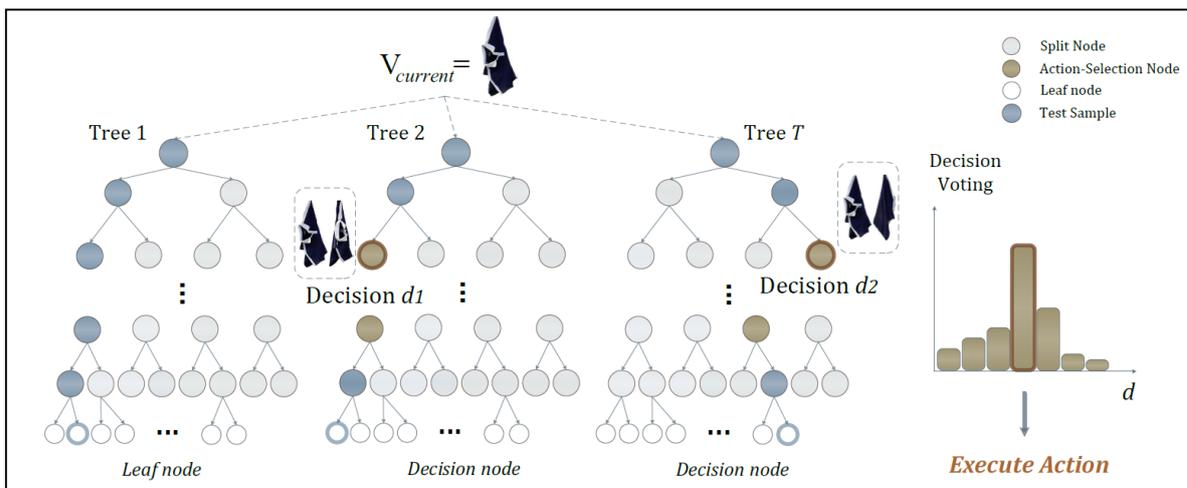


Figura 8 Mecanismo de clasificación de Random Forest (Fuente: Doumanoglou, et al. 2014)

Este algoritmo de clasificación aparece en 1995 como propuesta de los laboratorios Bell, desarrollado por Leo Breiman⁸ y Adele Cutler⁹, y más tarde formalmente presentada en la revista *Machine Learning* por Breiman (2001). Aunque esta propuesta es relativamente reciente, hoy en día es considerada como uno de los algoritmos más certeros de clasificación disponible, que permite procesar eficientemente una gran cantidad de datos, con la posibilidad

⁸ Departamento de Estadística de la Universidad de California

⁹ Departamento de Matemática y Estadística de la Universidad Estatal de Utah

de manejar cientos de variables y proporcionando estimaciones sobre la importancia de las mismas para la clasificación (Caruana et al. 2008).

Este clasificador ha sido empleado en muchos estudios en Perú y a nivel mundial para múltiples fines, tanto en clasificaciones de imágenes satelitales como modelos de distribución de especies, entre otros. En el Perú, se ha aplicado en diversas zonas del territorio, obteniendo resultados satisfactorios en todos los casos. Se destacan algunos ejemplos desarrollados en el Perú: Análisis de las Dinámicas de Cambio de Cobertura de la Tierra, aplicado en 7 zonas piloto en el Perú, que incluyen zonas fronterizas con Ecuador y Bolivia y cinco zonas en el eje central del país (MINAM 2014), Análisis multitemporal de las Coberturas y Uso de la Tierra, en dos distritos del departamento de Ucayali (CDC-UNALM 2014), Estudio de la Vulnerabilidad e Impacto del Cambio Climático en Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas, generando el mapa de cobertura de la tierra del área de trabajo (FDA 2013).

➤ **Análisis de representación de los datos de vegetación**

La generalización a la población a partir de la información muestral resulta válido siempre y cuando la muestra se considere significativamente representativa de la población, dentro de unos límites de error y probabilidad determinados (La Torre *et al.* 2003).

El atributo más importante de una muestra es (1) la representatividad, es decir que a través de ella se ponga de manifiesto las propiedades de la población (RAE 2001, Sierra Bravo 1988, Jiménez Fernández 1983). Otras condiciones que debe cumplir una muestra es que (2) comprendan parte de la población, (3) su tamaño sea estadísticamente proporcionado a la magnitud de la población, (4) ausencia de distorsión en la elección de los elementos de la muestra, (5) que el error muestral se mantenga dentro de los límites adoptados como permitidos (Sierra Bravo 1988, Ander-Egg 1995). Para cumplir estas condiciones es necesario aplicar un diseño de muestreo que garantice su representatividad, determinar el tamaño óptimo de la muestra y el error muestral (Ander-Egg 1995).

El diseño de muestreo se define como el conjunto de operaciones para definir el patrón muestral para situar la muestra, cada uno presenta diferentes posibilidades y limitaciones de ejecución (Matteucci y Colma 1982, Malleux 1982, BOLFOR et al. 2000, Latorre *et al.* 2003):

Muestreo preferencial, las muestras se ubican en lugares “representativos” atendiendo a criterios subjetivos, basándose en suposiciones a priori acerca de las propiedades de la vegetación. Este método requiere investigadores con experiencia en la zona de estudio, sin embargo al no estar claramente definido, no es posible evaluar el intervalo de confianza de los datos obtenidos.

Muestreo aleatorio simple, consiste en ubicar las muestras al azar, garantiza la equiprobabilidad de elección de cualquier elemento, resultando óptimamente representativo y la independencia de selección de cualquier otro. Este método permite obtener el valor promedio de las variables consideradas y estimar la precisión de este promedio (desviación estándar de la muestra).

Muestreo sistemático, consiste en ubicar las muestras siguiendo un patrón regular en toda la zona de estudio. Permite detectar variaciones espaciales en la comunidad; sin embargo, no permite obtener una estimación precisa del valor promedio de la variable considerada.

Muestreo aleatorio restringido, consiste en dividir la zona de estudio en bloques de igual tamaño y ubicar en cada bloque un número igual de muestras al azar. Tiene algunas de las bondades de los patrones aleatorio y sistemático, ya que garantiza la equiprobabilidad de elección de cualquier elemento y que por su distribución permite detectar variaciones espaciales.

Muestreo Estratificado, empleado cuando se identifican estratos diferenciados de la población, este método disminuye la variabilidad al interior de los estratos y la maximiza entre ellos. Dentro del muestreo estratificado suele distinguirse el muestreo estratificado proporcional, en este caso se selecciona un número de elementos proporcional al tamaño del estrato en relación a la población (afijación proporcional) o a la variabilidad de los estratos (afijación óptima).

2.3 Venado cola blanca – especie cinegética más importante del Coto de Caza El

Angolo:

➤ Distribución geográfica

El venado cola blanca especie cinegética más importante del Coto de Caza El Angolo. Es el ungulado más ampliamente distribuido en América, habita una amplia gama de hábitats desde ambientes templados, subtropicales y semiáridos de Norte América, incluyendo selvas ecuatoriales, bosques secos y savanas en Centro y Sudamérica (Brokx 1984, Daniels 1991, Smith 1991). Su distribución geográfica abarca del sur de Canadá hasta el sur del área andina en Perú y el norte de Bolivia, al oeste de los Andes desde Panamá hasta el sur del Perú y al este de los Andes a través de toda la costa norte y en las savanas desde Colombia hasta la Guyana Francesa (Emmons, 1990) y la costa atlántica de Brasil (Brokx, 1984). .

Se han identificado treinta y ocho subespecies, treinta en Norte y Centro América y ocho en Sudamérica (Heffelfinger 2011). En el Perú esta especie se encuentra representada por la sub especie *Odocoileus virginianus peruvianus* que se distribuye por toda la región costera y los Andes hasta aproximadamente 3800 m.s.n.m. (Brokx, 1984).



Figura 9 Distribución geográfica del Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*) (Fuente: IUCN 2017)

➤ **Comportamiento**

El dominio vital (*home range*) se define como el área que recorre un individuo para realizar sus actividades como búsqueda de alimento, cuidado parental y reproducción (Burt 1943). Según Marchinton & Hirth (1984), el dominio vital de un venado debe ser lo suficientemente grande para satisfacer sus necesidades pero lo suficientemente pequeño para permitir que el venado tenga una ventaja sobre sus depredadores al estar muy familiarizado con su entorno.

El dominio vital del venado cola blanca está influenciado por características de edad, sexo, densidad, las interacciones sociales, latitud, la estación y el hábitat. De acuerdo a la compilación de estudios sobre el tamaño del dominio vital del venado cola blanca realizada por De Young y Miller (2011), se puede notar que el tamaño del dominio vital varía entre 100 ha a 1000 ha, y que éste varía dramáticamente de acuerdo a la región y al tipo de cobertura vegetal.

Los requerimientos del hábitat de la especie varían estacionalmente, así como la distribución del alimento, y otros elementos críticos del hábitat. Por lo tanto el tamaño y el lugar del dominio vital pueden diferir año a año. En general, el tamaño del dominio vital varía inversamente con la densidad poblacional y la cobertura vegetal (Sanderson 1966 citado por De Young y Miller 2011).

Los venados machos típicamente tienen un dominio vital anual que duplica y hasta triplica al de la hembra (De Young y Miller 2011). Además los machos pueden expandir su dominio vital durante la época de apareamiento para buscar a las hembras. El dominio vital de los cervatos es pequeño pero a medida que crecen se empiezan a asemejar a las de sus madres. Los venados de un año y los adultos jóvenes suelen tener áreas mayores a los de adultos maduros. Las hembras establecen áreas vitales exclusivas durante el parto y la cría y se vuelven agresivas con respecto a otros venados a medida que se acerca el parto (Marchinton & Hirth 1984 y Fulbright y Ortega-S 2007).

Los venados no se distribuyen al azar en su medio natural, debido a que utilizan su hábitat diferencialmente en función a la actividad que estén realizando ya sea que estén en búsqueda de alimento, agua, reposo o descanso. A estos lugares que satisfacen necesidades específicas se les conoce como centros de actividad y los venados los visitan en distintos momentos a lo largo del día. Estos patrones de movimiento entre sus centros de actividad a través de su

de hábitat reflejan su intento por satisfacer sus necesidades (Fulbright y Ortega-S, 2007 y Gallina, 1994).

2.4 Disponibilidad de alimentos para el venado cola blanca

Según una revisión desarrollada por Hall *et al.* (1997), sobre el empleo del término “hábitat”, se encontró que frecuentemente se emplea de manera ambigua. A partir de esta revisión exhaustiva, en importantes revistas científicas y libros referidos a los temas de vida silvestre y ecología, propone como definición estandarizada del término “hábitat”, una construcción basada en las definiciones propuestas por Morrison *et al.* (1992) y Block and Brennan (1993), quienes se nutrieron de ecólogos como Grinnell (1917), Leopold (1933), Hutchinson (1957), Daubenmire (1968), y Odum (1971), citado por Hall *et al.* 1997. En ese sentido, el término hábitat se define como los recursos y condiciones presentes en un área, tales como el alimento, cobertura, agua y espacio, que produce la ocupación de un organismo dado, incluyendo su supervivencia y reproducción.

De esta manera, el hábitat es específico del organismo; relaciona la presencia de una especie, población o individuo (animal, planta, hongo) con las características físicas y biológicas de una zona. El hábitat implica más que la vegetación o la estructura vegetal, es la suma de los recursos específicos que necesitan los organismos. Dondequiera que un organismo tenga recursos que le permitan sobrevivir, eso es hábitat (Hall *et al.* 1997).

En cuanto a la alimentación, proceso principal que enlaza los recursos del hábitat con la dinámica poblacional (Ojasti y Dallmeier, 2000), los venados cola blanca son mamíferos herbívoros, ramoneadores de las hojas tiernas de los arbustos, árboles y hierbas (Dasmann, 1971). Considerados como “seleccionadores concentrados” debido a que sus hábitos alimenticios son selectivos y a que su sistema digestivo está adaptado al consumo de materia vegetal rica en azúcares disueltas, taninos y otros compuestos químicos de las plantas leñosas (Sánchez, 2011).

Son considerados como una especie oportunista, ya que explota gran variedad de recursos, pudiendo incluir brotes, y hojas tiernas, hierbas, pastos y frutos, en proporciones que varían según las áreas geográficas y ecosistemas. Procurando escoger lo mejor de lo disponible en cada lugar e instante, seleccionando las plantas o sus partes más nutritivas y digeribles (Teer 1994, Ojasti y Dallmeier 2000). Sin embargo, no toda vegetación que crece en el hábitat del

venado es necesariamente alimento, gran parte de las especies de plantas presentes en el hábitat no tienen palatabilidad o valor nutricional para el venado (Dasmann, 1971).

El venado cola blanca requiere grandes cantidades de comida fácilmente digerible en orden de satisfacer sus requerimientos metabólicos para mantenimiento, crecimiento y reproducción. La fenología de plantas herbáceas y leñosas cambia a través del año. Esta variación en el crecimiento de la planta está acompañada por cambios en la composición de nutrimentos y en su digestibilidad para el venado. Forrajes que por la estacionalidad disminuyan su facilidad para ser digeridos y su composición nutricional, deben ser reemplazados por otros con mejores atributos, para mantener al venado saludable (Short, 1986).

Fulbright y Ortega-S (2007) sostienen que al manejar el forraje para venados cola blanca es más importante tener una mayor diversidad de plantas que concentrar esfuerzos en ciertas plantas de mayor preferencia. El valor de la diversidad podría desencadenar en el hecho de que una especie de planta podría ser más nutritiva durante una estación del año; mientras otras podrían ser más nutritivas en otra época del año. Consecuentemente, entre mayor sea la variedad de especies de plantas, la posibilidad de encontrar alimento nutritivo en cualquier tiempo del año se incrementa.

La dieta del venado cola blanca puede variar sustancialmente dependiendo de la disponibilidad de alimento. Generalmente, en la composición de la dieta del venado, la cantidad de ramoneo, varía inversamente con la abundancia de herbáceas. Es por eso que en hábitats donde las herbáceas se encuentren disponibles la mayor parte del año, el venado consume mucho menos ramoneo que en hábitats donde son más escasas. Tal como sucede en ambientes semiáridos, donde las herbáceas constituyen un porcentaje significativo de la dieta de los venados durante e inmediatamente después de la época de lluvias; mientras que el ramoneo aumenta en relación con las herbáceas conforme la abundancia, productividad y palatabilidad de las herbáceas va disminuyendo a medida que el clima se va tornando más seco. Durante la mayor parte de la época seca, el ramoneo podría constituir casi en su totalidad la dieta del venado. De igual manera el consumo de suculentas aumenta a medida que el clima se va volviendo más seco (Fulbright y Ortega-S 2007).

En el Sector Sauce Grande del Coto de Caza El Angolo, bosque estacionalmente seco tropical, Vásquez *et al.* (2007) realizaron un listado de las plantas silvestres empleadas por el venado cola blanca para su alimentación a lo largo del año. Identificando sesenta y dos especies, entre árboles, arbustos, herbáceas y cactáceas. Las indicaciones del uso alimenticio de estas plantas provienen de muchos años de observación y reconocimiento de pobladores locales.

El proceso de identificación y elaboración del listado de Plantas silvestres que sirven como de alimento para el venado cola blanca, en el Sector Sauce Grande del Coto de Caza El Angolo, que concluyó en la publicación de la Guía de Campo (Vásquez *et al.* 2007), se llevó a cabo mediante varias fases:

En una primera instancia, a partir de la investigación del Ing. José Ríos Trigoso, plasmada en su tesis para optar por el grado de Magister Scientiae, denominada “Análisis del hábitat del Coto de Caza El Angolo - Piura”, que incluyó un estudio botánico, el mismo que comprendió la colección (realizada entre 1985 a 1988), clasificación, nomenclatura, descripciones e ilustraciones de las plantas. A partir de esta colección de plantas se prepararon muestras botánicas, que se encuentran conservadas en los Herbarios de la Universidad Nacional de Trujillo, Universidad Nacional Mayor de San Marcos y Universidad Nacional Agraria La Molina. El trabajo de Ríos (1989) constituyó el primer trabajo botánico realizado en el sector, además, el mismo autor fue coautor de la mencionada Guía de Campo.

En una segunda fase se completaron colectas con apoyo del CDC-UNALM y del Biólogo César del Carpio (botánico) y cuyas muestras fueron depositadas en los herbarios MOL y de la UNMSM. Esta etapa o fase se desarrolló entre 1988 y 1998 (Vásquez y Tovar 1998).

En una tercera instancia, para recopilar información sobre las plantas silvestres que sirven de alimento para el venado cola blanca, en el área de estudio, se desarrollaron encuestas sistemáticas, junto con talleres de acompañamiento con los guía de caza, este trabajo de recopilación de información se desarrolló durante 5 años sucesivos (2002 – 2006). Es en esta fase en que se toma la mayor parte de los registros fotográficos que complementan las muestras botánicas de la localidad.

Cuarta fase, ocurre durante la visita de campo de los botánicos alemanes del Ökologisch-Botanischen Garten der Universität Bayreuth, Alemania en setiembre del 2007 (Lauerer et al. 2007).

La quinta fase, se desarrolla en 2008 mediante la colecta botánica sistemática realizada por la alumna practicante pre profesional Gabriela María Tomatis Korrodi y del profesor Ing. José Luís Marcelo Peña PhD, durante su visita a Sauce Grande al final de la época de lluvias (23 abril al 4 de mayo 2008), a partir de la cual se ampliaron las colecciones de muestras botánicas de las especies de plantas silvestres que sirven de alimento para el venado cola blanca en el área de estudio, las muestras botánicas obtenidas se encuentran conservadas en el Herbario MOL de la Universidad Nacional Agraria La Molina (Tomatis 2008).

El manejo de la fauna silvestre es considerado por Leopold (1933) como el uso de la tierra destinado a producir animales silvestres, es decir, intenta canalizar los recursos del hábitat hacia la producción de fauna. Es por eso que el conocimiento de la demanda energética y nutricional de los animales y su relación con la calidad y cantidad de alimento disponible en el medio, resulta clave para el manejo de hábitat, a fin de satisfacer tales demandas en la mejor medida posible (Ojasti y Dallmeier, 2000).

Se han empleado diferentes variables para evaluar la disponibilidad de alimentos, en calidad y cantidad, para distintas unidades de vegetación donde se encuentra venado cola blanca. Tales como: (a) Cantidad de Especies Consumidas, adoptando el postulado que los venados prefieren los lugares con mayor diversidad de especies, pues así tienen mayores probabilidades de encontrar las especies preferidas (Fulbright y Ortega-S 2007); (b) Valor de Importancia de las Especies Consumidas, considerando que mientras las especies consumidas por el venado sean más frecuentes y se encuentren en mayor densidad en un lugar, mejor será la oferta de alimento para el venado (Regal 2013); (c) Biomasa y Disponibilidad de Materia Seca y (d) Compuestos nutricionales (Plata *et al.* 2011).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio

El Coto de Caza El Angolo (CCEA) abarca una extensión de 65 000 ha, se ubica al noroeste del país, en el departamento de Piura, entre los distritos de Marcavelica y Lancones (provincia de Sullana), y el distrito de Pariñas de (provincia de Talara). Geográficamente se encuentra entre las latitudes 4° 11' y 4° 26' 37" Sur y los paralelos 80° 37' 57" y 80° 56' 45" Oeste. Forma parte de la Reserva de Biosfera del Noroeste Peruano desde 1977 junto con las ANP: Parque Nacional Cerros de Amotape y Reserva Nacional de Tumbes (ver Figura 10).

Según la zonificación, herramienta de ordenamiento del ANP que establece los usos y niveles de uso permitidos, las restricciones de acceso, así como los niveles de cambio aceptables, consignados en el Plan Maestro (SERNANP 2012), el CCEA cuenta con 4 zonas (ver la figura 11): a) zona de recuperación, b) zona silvestre, c) zona de uso especial, d) zona de uso directo (SERNANP 2012b).

El CCEA está conformado por dos sectores: el sector norte, bajo la administración de Naturaleza y Cultura Internacional (NCI) hasta el año 2016; y el sector sur, bajo la administración del Club de Caza, Pesca y Turismo de Piura (CCPTP) desde el año 1992.

El Sector Sauce Grande del CCEA se encuentra ubicado en el extremo sur oriental del Coto de Caza, ocupando una extensión de 9 980 hectáreas, que representa un poco más del 15% del área total del ANP (ver figura 12). Según la zonificación del área, el sector Sauce Grande corresponde a la zona de uso directo.

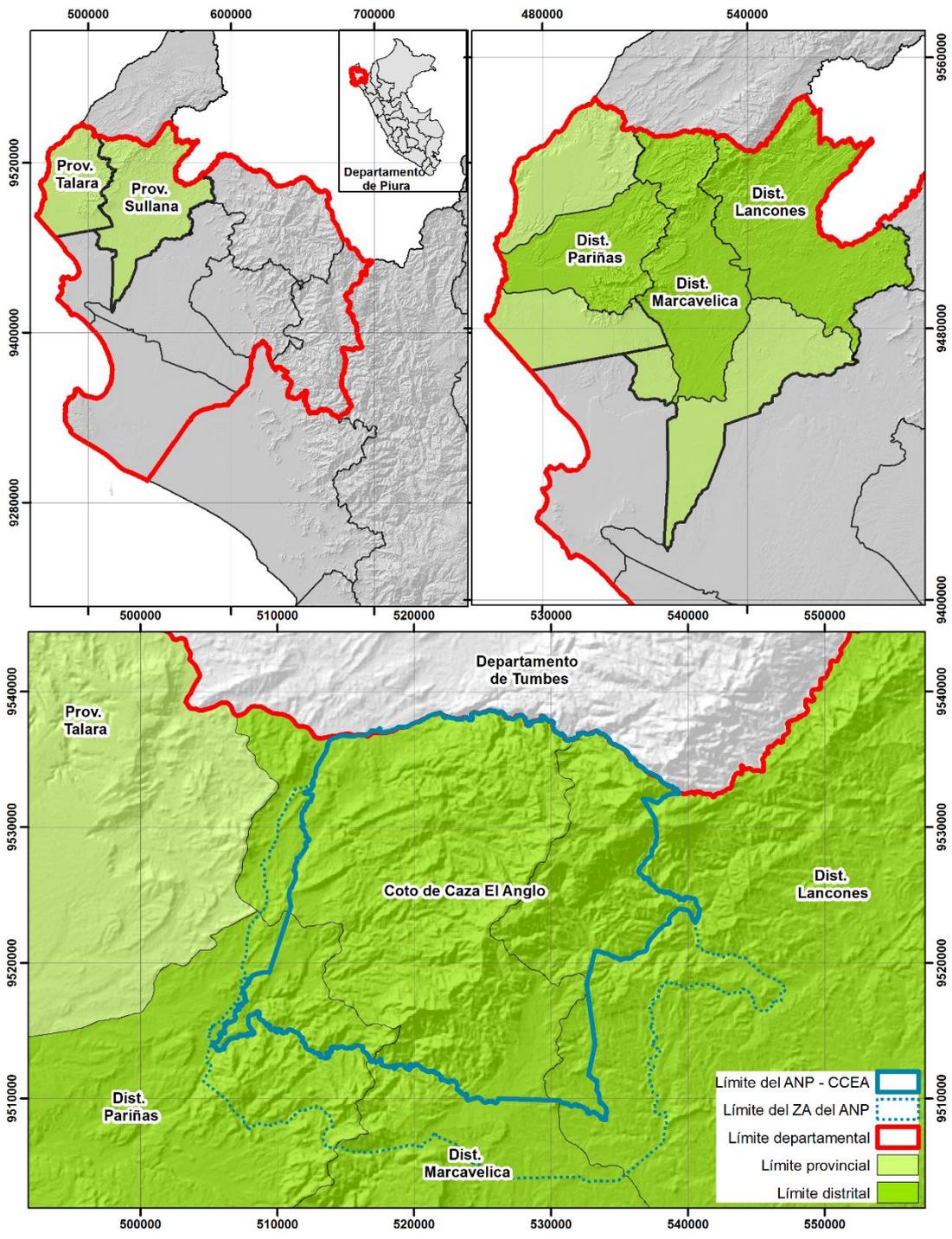


Figura 10 Mapa de la ubicación del Coto de Caza El Anglo (Fuente: Elaboración propia)

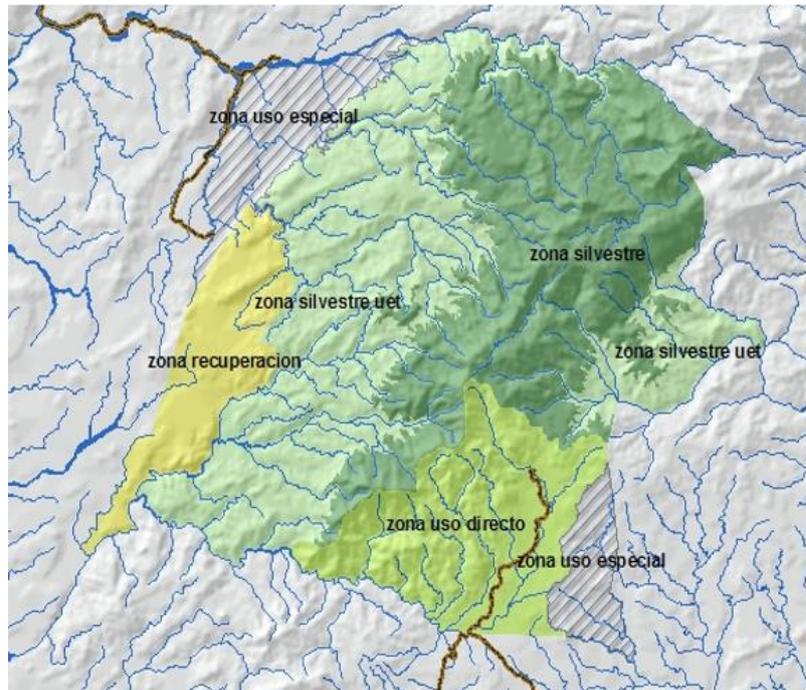


Figura 11 Mapa de la zonificación del Coto de Caza El Angolo (Fuente: INRENA 2005)

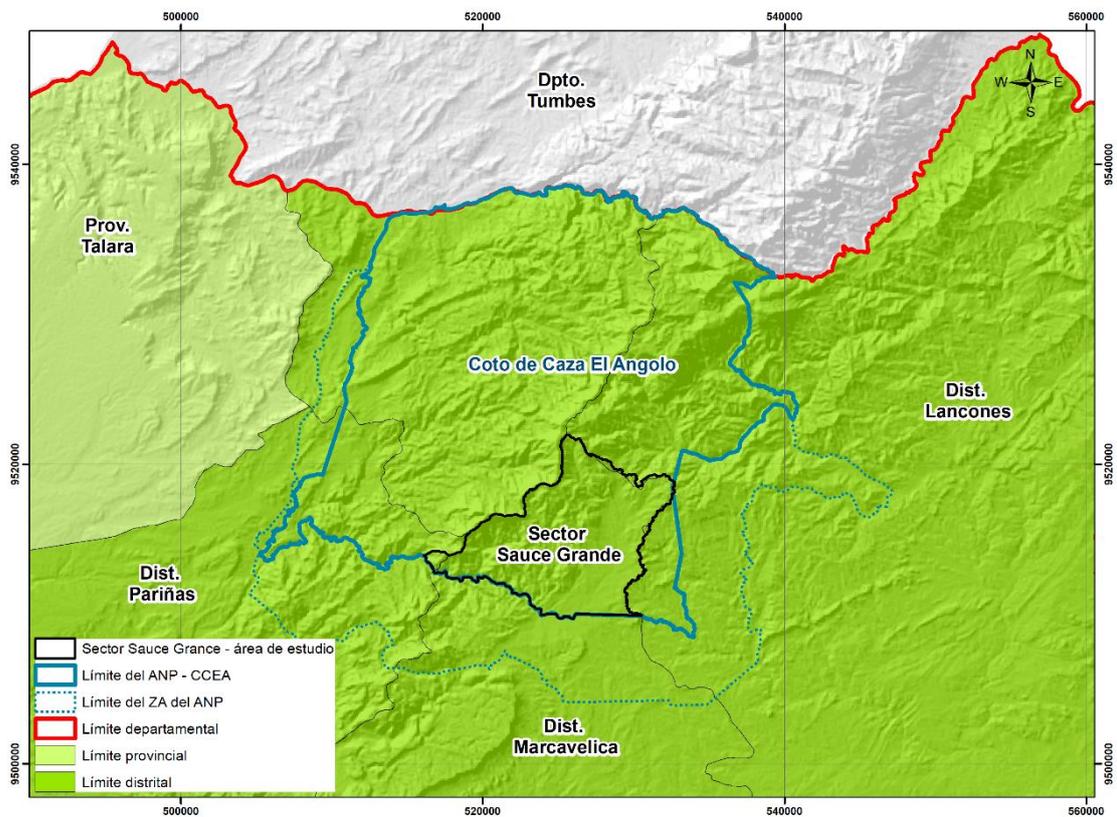


Figura 12 Mapa con la ubicación del área de estudio: Sector Sauce Grande del CCEA (Fuente: Elaboración propia)

3.2 Materiales

Para la recopilación de la información, procesamiento y análisis realizados en el presente estudio se emplearon los siguientes insumos, equipos y *softwares*:

Insumos:

- ✓ Formatos de registro de información
- ✓ Libretas de apuntes
- ✓ Bolsas ziplock
- ✓ Bolsas grandes
- ✓ Lápices y marcadores
- ✓ Cinta para marcar (*Flagging tape*)
- ✓ Soguilla
- ✓ Papel periódico
- ✓ Alcohol 95°
- ✓ Imagen Satelital Rapid Eye
- ✓ Modelo Digital de Elevación 90 metros (Jarvis *et al.* 2008)

Equipo:

- ✓ Computador (WorkStation con procesador i7, RAM 16Gb, dd 1Tb)
- ✓ Impresora
- ✓ Cámara fotográfica (Nikon P600, zoom 60x)
- ✓ Binoculares (Bushnell Marine 7x50)
- ✓ Navegador (Garmin GPSmap 62s)
- ✓ Distanciómetro (SONIN 10300 Multi – measure Combo PRO, 1 -75mts)
- ✓ Clinómetro (SUUNTO)
- ✓ Brújula (SUUNTO)
- ✓ Cinta métrica 5m y 20m
- ✓ Prensas botánicas

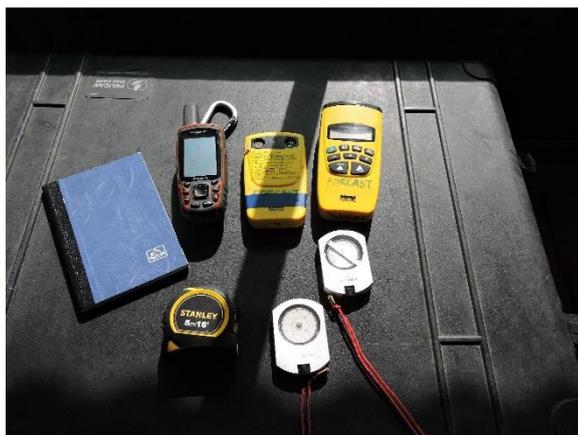


Figura 13 Equipos empleados para el registro de información en campo

Softwares:

- ✓ *Software ArcGIS©*
- ✓ *Software ENVI EX©*
- ✓ *Software R project (v. 2.15) ©*

3.3 Métodos:

3.3.1 Elaboración del mapa de cobertura vegetal del Sector Sauce Grande del CCEA

El mapa de cobertura vegetal del área de estudio es un producto clave para el desarrollo de la investigación, ya que los análisis del presente estudio sobre la disponibilidad de alimentos para el venado cola blanca se realizará empleando como base las unidades de vegetación, delimitadas a partir del mapa de cobertura vegetal. Herramientas como estas resultan imprescindibles para el manejo de la fauna silvestre ya que muestran la estructura espacial del área, colaborando con la planificación, manejo y gestión de los recursos presentes en el área de manejo.

3.3.1. A) Construcción de la leyenda

Para la construcción de la leyenda se hizo una revisión de las iniciativas para elaborar la cartografía de la cobertura vegetal del área de estudio, que comenzaron con el empleo de fotografías aéreas de 1961, pasando posteriormente al empleo de imágenes satelitales de mediana resolución (Landsat, Spot, Aster) y hoy en día, empleando imágenes satelitales de alta resolución (RapidEye).

Se pudo identificar 7 mapas de cobertura vegetal que cubren el área de estudio (INRENA 2003; NCI 2010; MINAG - INRENA 2005; Manuel Ríos s.f.; Figallo 1997; Vásquez s.f.a; Vásquez s.f.b), desarrollados con diferentes insumos, metodologías, técnicas y tecnologías, según las disponibilidades de su tiempo. Sin embargo, estos mapas presentaron leyendas similares, empleando para la definición de sus unidades de vegetación criterios similares.

En base a la información de los mapas de cobertura de vegetación del Sector Sauce Grande del CCEA (anexo 2), se propuso emplear una leyenda (ver cuadro 2) que contenga los principales criterios empleados por iniciativas anteriores: fisonómicos, fisiográficos, dasométricos (área basal) y florísticos.

Cuadro 2 Leyenda propuesta para el Mapa de Cobertura Vegetal

Coberturas vegetales
Bosque de Montaña
Bosque de Colina Media Densa
Bosque de Colina Media SemiDensa
Bosque de Colina Media SemiDensa con predominancia de ceibos
Bosque de Colina Baja Densa
Bosque de Colina Baja SemiDensa
Bosque Ribereño
Bosque de Loma
Bosque de Sabana

Fuente: Elaboración propia

3.3.1. B) Criterios fisonómicos y fisiográficos: Clasificación supervisada en base a segmentos

La metodología empleada para la elaboración del Mapa de Cobertura Vegetal se basa en la propuesta metodología desarrollada en el proyecto “Dinámicas de Cambio de Cobertura de la Tierra en la Comunidad Andina - Componente Nacional Perú – Primera Etapa” (MINAM 2014), que consiste en una clasificación supervisada en base a segmentos, empleando el algoritmo de clasificación Random Forest, implementado mediante una secuencia de instrucciones procesadas con el programa R Project (Liaw & Wiener 2002).

A. Pre-procesamiento:

➤ Obtención de imágenes satelital

Como insumo base para la elaboración del Mapa de Cobertura Vegetal del área de estudio, se empleó una imagen de alta resolución espacial (5m), Rapid Eye, con un nivel de procesamiento Ortho Rapid Eye (Nivel 3A), es decir con correcciones radiométricas, a nivel de sensor; y correcciones geométricas a una determinada proyección cartográfica (Black Bridge 2013).

Cuadro 3 Características de la imagen satelital base (Fuente: Black Bridge, 2013)

Fecha de captura de la imagen	30 de julio 2010
Extensión del área de interés de la imagen	541 km ²
Licencia	Académica
Coordenadas de la imagen	Lon (UL) -80°54'; Lat (UL) -4°17'; Lon (LR) -80°40'; Lat (LR) -4°28'20"
Resolución espacial	5 metros
Resolución espectral	5bandas (4 bandas en la región visible, 1 en la región infrarroja)
Resolución temporal	1 días
Resolución radiométrica	12 bits

La imagen se obtuvo a través del acuerdo de cooperación entre la Universidad de Hohenheim (Alemania) y la Maestría en Conservación de Recursos Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina, adquirida por el Dr. Reiner Zimmermann.

Las características de este insumo, tal como se aprecia en el cuadro 3 y en la figura 14, brindan información con un alto nivel de precisión, permitiendo distinguir a detalle distintos atributos del área, además de conocer la distribución y caracterización de las coberturas vegetales del área de manejo.

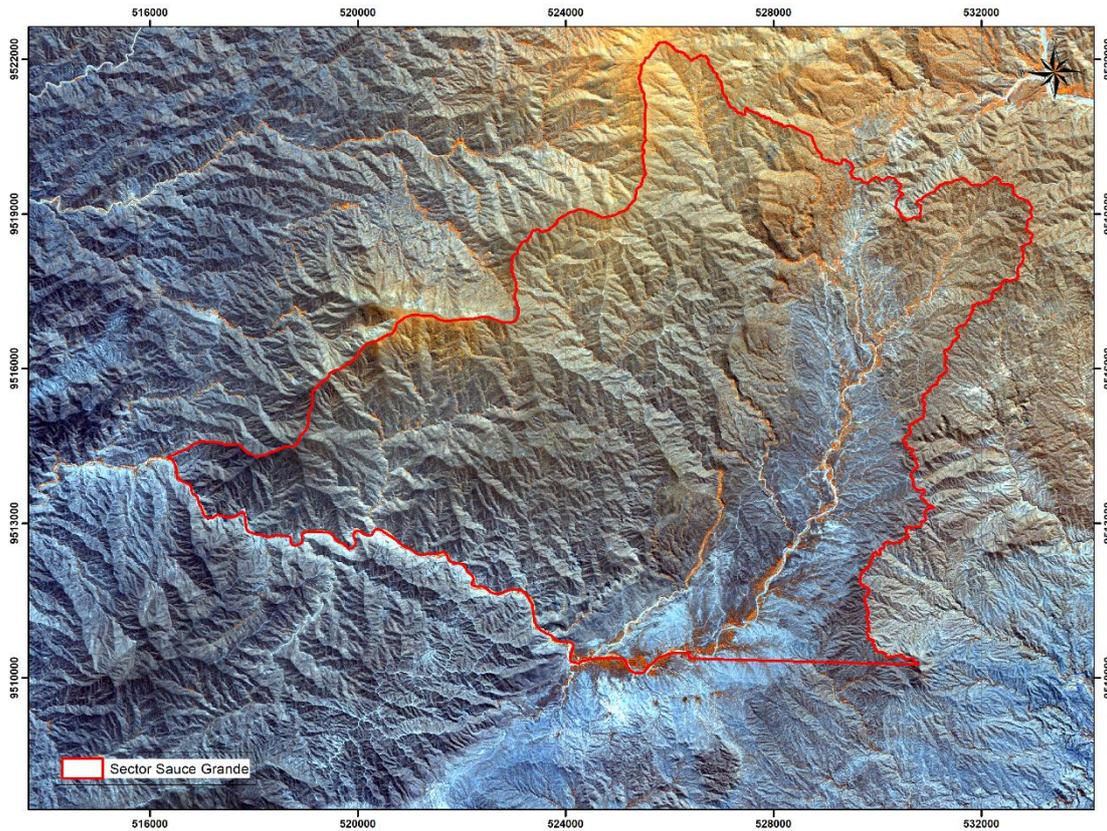


Figura 14 Imagen satelital empleada y el área de estudio

➤ Georreferenciación

Debido a las características de la imagen base (Ortho Rapid Eye), con un nivel de procesamiento que incluye la corrección geométrica, se georreferenció la imagen y posteriormente se confirmó el nivel de ortorrectificación de la misma, empleando el control de calidad de la ortorrectificación planteado en el protocolo de ortorrectificación (MINAM 2014b), el cual consiste en la distribución sistemáticamente de puntos de control en el área de trabajo, en función de la topografía, para garantizar la corrección geométrica de la imagen. Obteniéndose un error medio (RMS xy) inferior a un pixel (5m), medida aceptable para dar por aceptado el proceso de ortorrectificación.

B. Procesamiento

La elaboración del Mapa de cobertura de la tierra se realizó mediante una clasificación supervisada en base a segmentos, siguiendo un procesamiento semiautomático que combina la experiencia del intérprete y la aplicación del algoritmo de clasificación Random Forest, implementado mediante el software R project.

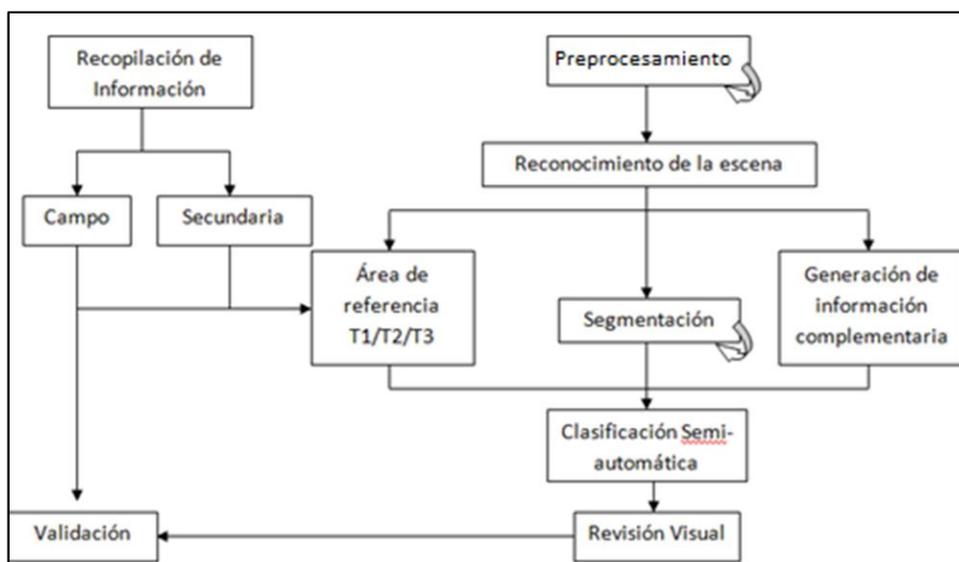


Figura 15 Diagrama metodológico para la elaboración del Mapa de Cobertura Vegetal
(Fuente: Elaboración propia)

Esta metodología se apoya en tres conjuntos de datos fundamentales: a) las áreas de referencia, áreas que permiten calibrar el modelo para la clasificación; b) la segmentación, cuyas unidades se le asignan las clases; y c) la información complementaria, información que contribuye a aumentar las variables a tener en cuenta en el proceso de clasificación.

Los pasos metodológicos aplicados se describen a continuación (figura 15):

- **Reconocimiento de la escena**

Previo a la clasificación, se revisó además de la imagen satelital base del análisis, las imágenes de alta resolución de la plataforma de Google Earth, con el objetivo que el intérprete cuente con mayor conocimiento respecto a las coberturas presentes en el área de trabajo, tanto sobre su ubicación, extensión y temporalidad de la vegetación considerando que se trata de un bosque estacionalmente seco.

- **Construcción de áreas de referencia**

En este proceso se empleó el Sub-Protocolo de Áreas de Referencia (MINAM 2014b), que detalla las características y funciones de las áreas de referencia en el proceso. Se distinguen estos tres tipos:

Tipo 1. Áreas de entrenamiento, aquellas áreas que representan las clases significativas en la escena y que han sido reconocidas correctamente por la segmentación. Estas áreas posteriormente serán empleadas para seleccionar los segmentos que contribuirán con

información para realizar la clasificación supervisada. Por ejemplo: bosque de colina con predominancia de ceibos, bosque de colina media semidensa, bosque de sabana.

Tipo 2. Áreas de asignación manual, aquellas áreas que pueden estar bien identificadas por el proceso de segmentación, pero que representan clases poco recurrentes en la escena, no son posibles de clasificar con éxito por el clasificador y generan en el modelo un conflicto con las demás clases. Por ejemplo para efectos de este estudio: loma, bosque de montaña, bosque ribereño, etc. Para estos casos, el protocolo recomienda la determinación manual de estas clases, es decir que el intérprete identifique los polígonos de la segmentación correspondientes a estas clases. Las mismas que serán incorporadas junto con las áreas del tipo 3, como parte de la edición de la clasificación.

Tipo 3. Áreas de superposición, aquellas áreas en donde el proceso de segmentación no logró reconocer adecuadamente los bordes de las coberturas que se quiere representar. Por lo que el protocolo recomienda que el intérprete digitalice manualmente éstas clases, por ejemplo: caminos.

- **Segmentación**

La segmentación consiste en el proceso por el cual se agrupan píxeles contiguos que tienen características espectrales semejantes (Peralvo & Delgado 2010). Para este proceso se empleó el Protocolo de Segmentación desarrollado por el MINAM (2014b), implementado con el software ENVI.

El protocolo empleado, plantea un método mixto, que combina una fase automática, en el cual se agrupan los sectores contiguos espectralmente homogéneos, mediante el empleo de dos parámetros scale (tamaño de los segmentos) y merge (grado de unión de los segmentos), los cuales se eligen iterativamente generando pruebas, hasta alcanzar la segmentación deseada, en base a la combinación adecuada de ambos parámetros.

La siguiente fase es semiautomática, consiste en verificar que los resultados de las segmentaciones realizadas sean consistentes con los bordes observados en la imagen original. La delimitación debe de contar con el menor número de segmentos posibles, ya que a mayor cantidad de segmentos, será mayor el tiempo de los procesamientos posteriores. Esta fase consiste en dos pasos, el primero compuesto por un control visual sobre algunas las clases que

se sospecha de antemano puedan tener dificultades para una correcta delimitación. El segundo, involucra sólo las segmentaciones que hayan pasado adecuadamente el control visual, para lo cual se distribuirán al azar un conjunto de puntos, en donde se evaluará la delimitación de las clases, en un área circundante al punto de evaluación, en un radio de 1Km. Considerando como penalización sólo a los errores de omisión, tal como se aprecia en la figura 16. De esta manera, se busca seleccionar de manera objetiva, la segmentación más idónea para garantizar la precisión del procesamiento.

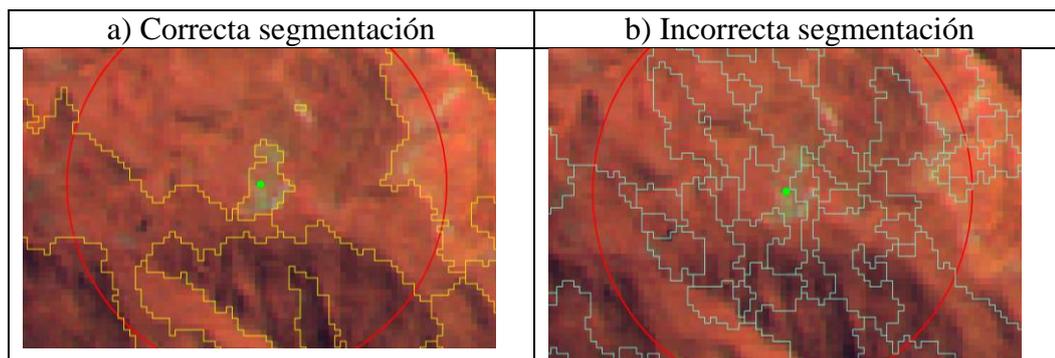


Figura 16 Vista de la evaluación de las segmentaciones en una escena

- **Incorporación de información complementaria**

Con el objetivo de incrementar la capacidad de clasificación, se brinda al algoritmo de clasificación, información que contribuye a aumentar las variables a tener en cuenta, para evaluar la información digital de los píxeles en el proceso de clasificación.

Se empleó como información complementaria los derivada del SRTM 30m (Modelo digital de elevación - DEM, curvatura y pendiente). La selección de las capas a emplear se encuentra sujeta a la compatibilidad con el sensor empleado, la disponibilidad y accesibilidad a las capas, y el grado de contribución con el análisis.

- **Clasificación**

Se realizó una clasificación supervisada en base a segmentos, siguiendo un procesamiento semiautomático, que combina la experiencia del intérprete con la aplicación del algoritmo de clasificación RandomForest, para la definición de las clases a ser representadas en el mapa.

El clasificador RandomForest está basado en árboles de decisión, también llamados árboles de clasificación, métodos muy flexibles de regresión y de clasificación, que pueden manejar un gran número de variables (Salinas y Salazar, 2006). Este algoritmo de clasificación no lineal,

permite identificar patrones en los datos que se incorporan como entrada de información (Breiman 2001).

El proceso de clasificación sigue un proceso iterativo que comprende una serie de pasos detallados en el protocolo de clasificación empleado (CDC–UNALM *et al.* 2012), los mismo que fueron implementados a través de una secuencia de instrucciones procesadas mediante la plataforma R Project.

3.3.1. C) Criterios florísticos: a partir de información registrada en campo

Las unidades de cobertura vegetal definidas en base a los criterios presentados anteriormente (fisonomía, fisiografía y dasometría), en donde se relacionan los tipos similares de vegetación con diferentes condiciones geomorfológicas, así como, estas condiciones a los patrones de los valores digitales de la imagen satelital, a través del algoritmo de clasificación empleado.

Para adicionar a la clasificación los criterios florísticos, se empleó información registrada en campo, a partir de estudios anteriores como los recopilados para fines del presente estudio.

A. Recopilación de información en campo

- Diseño del muestreo

Se recopiló, organizó y sistematizó la información georreferenciada sobre la cobertura vegetal del área de estudio, registrada a partir de diversas incursiones de investigación realizadas en el área (Pastor 2012, Abou 2010, Vásquez¹⁰ no publicado).

En base a la información sistematizada se definieron los recorridos de campo a ejecutar, con la finalidad de registrar en campo más información georreferenciada y completar la representación de cada una de las unidades de cobertura vegetal definidas para el área. De esta manera se priorizó el registro de información georreferenciada en las unidades de cobertura vegetal con escasos o nulos registros, frente a otras que presentaban ya mucha información.

¹⁰ Vásquez, P. (2016) Comunicación personal

- Levantamiento de la información en campo

La salida de campo se llevó a cabo en noviembre del 2015, con la finalidad de registrar información de vegetación mediante puntos georreferenciados y parcelas de vegetación, ubicadas en el ámbito del área de estudio.

El registro de información georreferenciada de las diferentes coberturas se realizó a fin de apoyar dos procesos en la elaboración del mapa de cobertura vegetal: a) calibrar la clasificación de la cobertura vegetal previamente realizada, así como, validar (calificar) el mapa resultante.

Así mismo, el registro de parcelas de vegetación permitió obtener información de la vegetación presente en las diferentes unidades de cobertura vegetal, información necesaria para desarrollar los análisis sobre la disponibilidad de alimentos para el venado cola blanca en el área de estudio.

Se definieron recorridos diarios para el registro de información. Para el registro de puntos de georreferenciados, se recolectaron sobre los recorridos preestablecidos, teniendo en cuenta la cobertura vegetal indicada por el mapa previo y la accesibilidad a la zona en cuestión. La información registrada en cada punto georreferenciado es la siguiente:

- Código de identificación del punto de registro,
- Fecha y hora de registro del punto de registro
- Coordenada geográfica (X y Y) del punto de registro y su respectivo error
- Altitud del punto de registro
- Clase de Cobertura vegetal correspondiente al punto de registro, en base a la leyenda propuesta (identificación visual del tipo de cobertura circundante)

En cuanto a las parcelas de vegetación, se estableció la forma, tamaño y diseño de muestreo, en base a las características de los esfuerzos anteriores (Pastor 2012; Vásquez¹¹; Abou 2010) considerados en el análisis, a fin de comparar los resultados. De esta manera se decidió levantar parcelas circulares de 10 m de radio, con diseño de muestreo aleatorio estratificado, restringido por la accesibilidad de la zona y teniendo en cuenta la distribución de las parcelas de vegetación incluidas en el análisis.

¹¹ Vásquez, P. (2016) Comunicación personal

La identificación botánica de las especies registradas en las parcelas de vegetación, se realizó empleando el apoyo de un guía local conocedor de las especies y haciendo uso de guías dendrológicas para la identificación en campo de las especies (Vásquez *et al.* 2007, Marcelo *et al.* 2010).

La información registrada correspondiente a cada parcela de vegetación:

- Código de identificación de la parcela de vegetación
- Fecha de registro de la parcela de vegetación
- Coordenada geográfica del centro de la parcela de vegetación y su respectivo error de registro
- Altitud de la parcela de vegetación
- Referencia de ubicación de la parcela de vegetación
- Clase de cobertura vegetal donde se encuentre la parcela de vegetación en base a la leyenda propuesta (identificación visual del tipo de cobertura circundante)
- Fotografías de los puntos cardinales de parcela de vegetación (N, E, S y O) y sus respectivos códigos fotográficos

La información correspondiente a los individuos registrados en cada parcela de vegetación:

- Azimut de los individuos registrados
- Distancia desde el centro de la parcela hacia los individuos registrados
- Nombre científico y común de las especies registradas
- Hábito de los individuos registrados
- Diámetro a la altura del pecho (DAP) de los individuos registrados (árboles)
- Circunferencia de los individuos registrados (arbustos y cactus)
- Altura de los individuos registrados

Para facilitar la sistematización de la información y garantizar el registro de la mayor cantidad de información relevante, se definió trabajar con fichas de registro de información de campo, estructurado para levantar la información correspondiente a los objetivos de la salida de campo (Ver anexo 3).

B. Análisis de similitud/disimilitud: de cobertura vegetal

Se realizó un análisis de similitud/disimilitud entre la información procedente de las parcelas de vegetación, a fin de verificar si las unidades de vegetación propuestas respondían a la similitud florística de los elementos que la componen.

Se analizó la similitud entre las parcelas de vegetación, mediante el índice de Sørensen y dendrogramas de similitud, con la finalidad de identificar la existencia de asociaciones vegetales al interior de las coberturas de vegetación del mapa propuesto. Posteriormente, se comparó su correspondencia con cada unidad de cobertura vegetal.

Para el cálculo de Índice de Sørensen - coeficiente de similitud cualitativo (a mayor índice más similitud entre los sitios), se empleó la siguiente formula:

$$I_s = \frac{2c}{a + b}$$

Donde:

a= número de especies en el sitio A; b= número de especies en el sitio B; c= número de especies presentes en ambos sitios A y B, es decir que están compartidas.

Para el cálculo del Índice de Sørensen - coeficiente de similitud cuantitativo (a mayor índice más similitud entre los sitios):

$$I_{Scuant} = \frac{2pN}{aN + bN}$$

Donde: aN= número total de individuos en el sitio A; bN= número total de individuos en el sitio B; pN= sumatoria de la abundancia más baja de cada una de las especies compartidas entre ambos sitios

C. Incorporación de la información de campo en la elaboración del mapa de cobertura vegetal

El trabajo de campo permitió apoyar muchos procesos. En primer lugar, esta información colaboró a mejorar la conceptualización del intérprete sobre cada una de las unidades de coberturas vegetales presentes en el área de trabajo, permitiendo definir mejor las áreas de

entrenamiento de las mismas, durante el proceso de calibración. En la etapa de validación, los puntos georreferenciados permitieron evaluar el grado de precisión del mapa resultante.

La información recopilada en campo (puntos georreferenciados y parcelas de vegetación) permitió incorporar a la elaboración del mapa de cobertura vegetal, información sobre las características de la vegetación (criterio florístico), a fin precisar mejor los límites de algunas coberturas vegetales, además de representar mejor las agrupaciones vegetales en el mapa. De modo que este mapa de cobertura vegetal permita representar con un buen detalle la disponibilidad de alimentos para el venado cola blanca en el ámbito de estudio.

3.3.1. D) Edición visual del mapa de cobertura vegetal

Consiste en una edición manual sobre el resultado de la clasificación automática, tomando en cuenta la información registrada en campo, haciendo una revisión integral de los resultados de la clasificación, a fin de reasignar polígonos incorrectamente asignados y definir polígonos de coberturas ausentes, buscando corregir imprecisiones de la interpretación para pasar a la calificación de los resultados.

3.3.1. E) Validación del mapa de cobertura vegetal

La validación de resultados tiene como objetivo evaluar la exactitud temática del mapa a través de medidas de exactitud, precisión y error (MINAM 2014b). Se empleó un conjunto de puntos georeferenciados y registrados durante la salida de campo, destinados para el proceso de validación. Los mismos que contaron con información certera sobre las coberturas presentes en esos puntos.

De los puntos georreferenciados levantados en campo se destinó aproximadamente el 50 % de estos para el proceso de calibración del modelo, mientras que los demás puntos se reservaron para la validación de los resultados del mapa de cobertura vegetal.

La información de estos puntos fue contrastada con la información del mapa resultante de la edición, a fin de evaluar la consistencia a través de métricas estadísticas de exactitud obtenidos a partir de la matriz de confusión de la validación (Banko 1998): Índice Kappa (IK) y el Porcentaje Correctamente Clasificado (PCC) en el área en evaluación.

Índice Kappa: Índice permite evaluar si la clasificación ha discriminado las categorías de interés con exactitud significativamente mayor a la que se hubiera obtenido con una asignación aleatoria. Por lo que, un valor Kappa igual a 1, indica un acuerdo pleno entre la realidad y el mapa, mientras un valor cercano a 0 sugiere que el acuerdo observado es puramente al azar (MAE 2012). Se empleó las calificaciones del cuadro 4 para calificar, en base a este índice, los resultados del mapa de cobertura vegetal.

Cuadro 4 Valoración del Índice Kappa (Fuente: Landis & Kock 1977)

Coefficiente Kappa	Fuerza de Concordancia
0.00	Pobre
0.01 - 0.20	Leve
0.21 – 0.40	Aceptable
0.41 – 0.60	Moderada
0.61 – 0.80	Considerable
0.81 – 1.00	Casi perfecta

Porcentaje Correctamente Clasificado: constituye el porcentaje de puntos correctamente clasificado, es decir donde concuerda fielmente la interpretación realizada para la validación con los resultados del mapa generado (MINAM 2014b).

3.3.2 Caracterización de las unidades de cobertura vegetal presentes en el Sector

Sauce Grande del CCEA:

3.3.2. A) Sistematización de la información de las parcelas de vegetación registrada en el área de estudio

En base a la sistematización de la información proveniente de diversas parcelas de vegetación, levantadas como parte de diversas investigaciones llevadas a cabo en el área de estudio, realizadas con diversos objetivos y metodologías. Se seleccionaron algunas parcelas de vegetación, en base a criterios propuestos para su selección, con la finalidad de poder comparar las parcelas entre sí y uniformizar el tipo de información a ser incorporado en los análisis:

Los criterios propuestos siguieron las siguientes características:

- Temporada de registro de la información, durante la época seca.
- Fecha de registro, se buscó que la información sea reciente, por lo que se prefirió emplear la información del 2005 en adelante.
- Método empleado para el levantamiento de información, registro de todos los individuos de árboles, arbustos y cactus, principalmente.
- Información debidamente organizada, de preferencia en tablas con metadata suficiente que permita analizar la información.
- Contenga el registro de la ubicación de las parcelas, que consigne las coordenadas geográficas de su ubicación.
- Contenga información florística y dasométrica de los individuos registrados en las parcelas, que consigne el nombre de las especies, datos de diámetro o circunferencia y altura de los individuos registrados.

En base a estos criterios se seleccionaron las parcelas de vegetación que se incorporaron a los análisis, provenientes de diversas investigaciones desarrolladas en el sector Sauce Grande del CCEA, incluyendo la información de las parcelas levantadas durante la salida de campo del presente estudio. El detalle y la distribución de las mismas se pueden apreciar, respectivamente en el cuadro 5 y figura 17.

Cuadro 5 Parcelas de vegetación consideradas en los análisis del presente estudio
(Elaboración propia)

Autor y año de publicación	Año de registro	Método de muestreo	Cantidad de parcelas	Temporada de registro
Pastor (2012)	2007	Parcelas circulares (10 m de radio).	23	Época seca
Vásquez, P. (s.f.)	2009	Parcelas circulares (10 m de radio).	26	Época seca (diciembre)
Abou (2010)	2009	Parcelas circulares (10, 20 y 30 m de radio) con distribución estratificada según las presiones de pastoreo	28	Época seca (diciembre)
Vásquez, R. (Presente tesis)	2015	Parcelas circulares (10 m de radio) con distribución estratificada según las unidades de cobertura vegetal	27	Época seca (nov - dic)

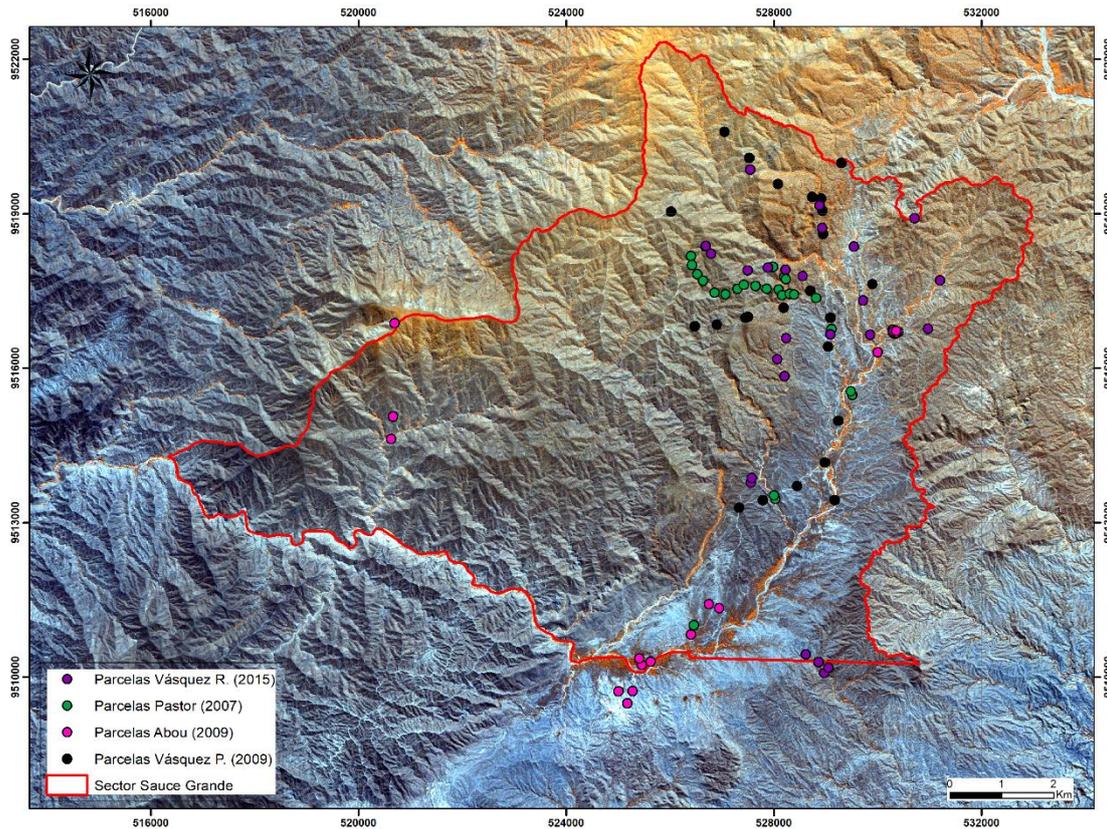


Figura 17 Parcelas de vegetación y su distribución en el área de estudio

La información de estas parcelas seleccionadas fue organizada y sistematizada a fin de ser empleadas en los análisis de caracterización de las unidades de cobertura vegetal, así como en la disponibilidad de alimentos para el venado cola blanca en el Sector Sauce Grande del CCEA.

3.3.2. B) Análisis de la estructura y composición de las unidades de cobertura vegetal

Las unidades de cobertura vegetal delimitadas en el Mapa de Cobertura Vegetal del área de estudio, fueron caracterizadas en función a la información sistematizada de las parcelas de vegetación levantadas en el Sector Sauce Grande del CCEA durante los últimos años.

La información de los muestreos de vegetación fue procesada para caracterizar la vegetación en cada una de las unidades definidas en el mapa. Esta descripción se realizó a través de parámetros que describen la composición y estructura florística de la vegetación.

Los parámetros empleados para la presente caracterización fueron los siguientes:

Riqueza (R_i), es la suma de las especies registradas en las muestras correspondientes a la unidad de vegetación.

Densidad (D), valor promedio de la densidad poblacional registrada en una unidad de vegetación, es decir la suma de los individuos registrados en las unidades muestrales correspondientes a una unidad de vegetación, dividido entre el área total muestreada correspondiente a la unidad de vegetación.

Abundancia (Ab), suma de los individuos de una especie registrada en las unidades muestrales correspondientes a una unidad de vegetación.

Dominancia (Do), suma de las áreas basales de una especie registrada en las unidades muestrales correspondientes a una unidad de vegetación.

Frecuencia (Fr), se refiere a la cantidad de unidades muestrales correspondientes a una unidad de vegetación, en las que aparece una especie.

Índice de Valor de Importancia (IVI), formulado por Curtis y McIntoch en 1951 (citado por Lamprecht 1990), se refiere a la medida de cuantificación para asignarle a cada especie su categoría de importancia o “peso ecológico” dentro de la unidad de vegetación correspondiente (Lamprecht 1990), calculada en base a la sumatoria de los valores de Abundancia relativa, Dominancia relativa y Frecuencia relativa.

Biomasa Aérea (BA), se refiere a la estimación de la biomasa aérea total de las unidades muestrales correspondientes a una unidad de vegetación, calculada en base a la sumatoria de los valores estimados a partir de la altura (m) y diámetro a la altura del pecho (cm), estimada a partir de la sumatoria del cálculo del peso seco del tallo, peso seco de las ramas, peso seco de las hojas (Ogawa et al. 1965).

3.3.3 Análisis de la disponibilidad de alimentos para el venado cola blanca en el Sector Sauce Grande del CCEA

Se estimó la disponibilidad de alimentos por cobertura vegetal, mediante un análisis cuantitativo, a partir del uso de variables que brinden información sobre la cantidad y calidad de alimentos disponibles para el venado cola blanca durante la época seca. Para estos análisis se empleó la información disponible hasta el momento y la generada a partir del presente estudio. Dicha estimación se representó a través de un mapa de disponibilidad de alimentos, a partir de la asignación de los resultados de los análisis a su correspondiente cobertura vegetal.

3.3.3. A) Cálculo de las variables a emplear para estimar la disponibilidad de alimentos

Se identificaron las variables a emplear para la estimación de la disponibilidad de alimentos para el venado cola blanca, basadas - en su mayoría - en las propuestas por Regal (2013) en el análisis del Componente de Alimentación para estimar la calidad del hábitat para el venado cola blanca en el área de estudio. Para el cálculo de las variables se empleó la información proveniente de las parcelas de vegetación sistematizadas y levantadas en el presente estudio.

Con la finalidad de aportar al manejo del hábitat del venado cola blanca en el área de estudio, se abordó el análisis de disponibilidad de alimentos, restringiéndolo a las características de la época de mayor estrés para el venado cola blanca (fines de la época seca). Época donde la especie sufre mayor desgaste energético para conseguir los alimentos, agua, etc; ya que durante esta época, dichos recursos se tornan limitados.

Para esta finalidad, se elaboró una matriz (Ver anexo 4), en base al listado de plantas silvestres que sirven de alimentos para el venado cola blanca en el CCEA (Vásquez *et al.* 2007), donde se diferenció, en base a la temporalidad de la fenología de plantas, aquellas que proveen de alimento al venado durante la época seca y durante la época húmeda. Además, en base a la información de Vásquez *et al.* (2007), se identificó el tipo o forma de alimento que proveen las plantas para cada temporada: hoja, puño (estructura foliar recién caída), flor, fruto o carne.

La información sobre la fenología de plantas provino de una revisión de literatura de documentos científicos (Aguirre 2012; Martos *et al.* 2009; Fabricante 2009; entre otros) y guías de identificación (Marcelo *et al.* 2010 y Vásquez *et al.* 2007); además del apoyo de investigadores y guías locales, conocedores de las especies y los estadios fenológicos de las mismas, en base a su larga experiencia en el área de estudio.

A fin de obtener información sobre el aporte temporal en los análisis de disponibilidad de alimentos para el venado cola blanca, se contrastó la información registrada con las características de la época seca y húmeda (restricción temporal), obteniéndose una marcada diferencia en la disponibilidad de alimentos, que se presenta en el capítulo de resultados.

Las variables empleadas en el análisis de disponibilidad de alimentos se presentan a continuación:

A. Número de Especies Consumidas en época seca:

Se estimó el número de especies consumidas por el venado, teniendo como referencia las especies registradas en las parcelas de vegetación y la matriz fenológica de las plantas silvestres proveen de alimento al venado durante la época seca. Para calcular este índice se empleó la siguiente fórmula:

$$IHSppCo = \frac{N^{\circ}Spp \text{ Consumo en Estrato}}{N^{\circ}Spp \text{ Consumo Registradas}}$$

Donde:

I Spp Co: es el Índice de Número de Especies Consumidas en la época seca.

N° Spp Consumo en Estrato: es el número de especies vegetales consumidas por el venado en la época seca, y registrados en cada unidad de cobertura vegetal.

N° Spp Consumo Registradas: es el número total de especies vegetales consumidas por el venado en la época seca, y registrados en todas las coberturas vegetales.

B. Valor de Importancia de Especies Consumidas en época seca:

Ese análisis incluyó los valores de frecuencia y densidad de las especies consumidas por el venado en la época seca. Considerando como supuesto que mientras las especies consumidas por el venado sean más frecuentes y se encuentren en mayor densidad en un lugar, mejor será la oferta de alimento para el venado, es decir tendrá mayor valor de importancia (Regal 2013).

La **Frecuencia de las especies consumidas** por el venado en época seca se calculó con la siguiente fórmula, registrando el número de parcelas en las que aparece cada especie con relación al total de parcelas evaluadas:

$$Frec\ Sp\ Consumo = \frac{N^{\circ}\ Parcelas\ Sp\ Presente}{N^{\circ}\ Parcelas\ Evaluadas}$$

La **Frecuencia relativa**, que relaciona la frecuencia para cada especie consumida con la sumatoria de las frecuencias de todas las especies registradas, expresado en porcentaje de cada especie consumida, se calculó con la fórmula:

$$Frec\%SpConsumo = \frac{Frec\ Sp\ Consumo}{\sum FrecEstrato} \times 100$$

Finalmente, se calculó el **Valor de Frecuencia para cada Estrato** sumando las frecuencias relativas de las especies consumidas por el venado en la época seca y presentes en el estrato:

$$Valor\ de\ Frecuencia\ Estrato = \sum Frec\% Sp\ Consumo$$

En el caso de la **Densidad de cada especie consumida** por el venado en la época seca, se registró el número de individuos de cada especie por unidad de área y se calculó con la siguiente fórmula:

$$Densidad\ Sp\ Consumo = \frac{N^{\circ}\ Individuos\ Sp}{\text{Área Evaluada}}$$

La **Densidad relativa**, relaciona la densidad para cada especie consumida con la sumatoria de las densidades de todas las especies registradas, expresado en porcentaje de cada especie:

$$Densidad\ \% Sp\ Consumo = \frac{Densidad\ Sp\ Consumo}{\sum Densidad\ Estrato} \times 100$$

El **Valor de Densidad para cada Estrato** se calculó a través de la sumatoria de las densidades relativas de las especies consumidas por el venado en la época seca y presentes en el estrato:

$$Valor\ de\ Densidad\ Estrato = \sum Densidad\ \% Sp\ Consumo$$

Con los valores de frecuencia y densidad se calculó el **Índice de Valor de Especies consumidas en la época seca**, con la siguiente fórmula:

$$I\ Valor\ Imp\ Co = \frac{\text{Valor de Frecuencia} + \text{Valor de densidad}}{200}$$

Donde:

I Valor Imp Co: Índice de Valor de Importancia de las Especies Consumidas en la época seca

Debido a que los valores de frecuencia y densidad, se expresan en porcentaje, para el cálculo del Índice de Valor de Importancia de las Especies Consumidas por unidad de cobertura vegetal evaluada, se divide entre 200. Considerándose que mientras el valor del índice es más cercano a 1, mejor será la calidad del hábitat en su componente alimentación.

C. Biomasa aérea de las Especies Consumidas en época seca:

Se estimó la biomasa aérea de las parcelas cada unidad de vegetación, empleando la fórmula alométrica propuesta por Ogawa *et al.* (1965), a partir de los estudios desarrollados en diferentes tipos de vegetación boscosa Tropical en Tailandia, empleando el bosque tipo 3¹², debido a sus características similares con el área de estudio, tal como lo sugiere el estudio desarrollado por Abou (2010).

Empleado la metodología presentada por Abou (2010), se emplearon los datos del DAP y la altura de cada árbol registrado en la parcela de vegetación, para estimar el peso del tallo (kg), el peso de la rama (kg), el peso de la hoja (kg) y el peso de la raíz (kg). En base a la sumatoria de los datos 3 primeros datos, se estimó la biomasa aérea total de cada individuo de las parcelas de vegetación.

Posteriormente se hizo el recálculo, pero esta vez sólo con las especies de las parcelas que proveen alimento para el venado durante la época seca. Además, se seleccionó sólo la biomasa aérea proveniente de las hojas, para reflejar la cantidad de biomasa que constituye como principal alimento para el venado. Obteniéndose así, la biomasa aérea promedio proveniente de las hojas de las especies consumidas por el venado en la época seca, para cada unidad de cobertura vegetal.

Finalmente se calculó el porcentaje, a manera de índice (de 0 a 1), que representa la biomasa aérea promedio proveniente de las hojas de las especies consumidas en la época seca, con respecto a la biomasa aérea promedio de las especies consumidas en dicha época.

¹² Bosque de Ping Kong, ubicado en el noroeste de Tailandia, bosque tipo sabana subtropical abierto, fisiográficamente con pendientes de colina baja y con árboles de porte bajo con alturas entre 10 – 19 m de altura (Ogawa *et al.* 1965)

3.3.3. B) Análisis cuantitativo de la disponibilidad de alimentos para venado en época seca

En base a las variables empleadas en el análisis se estimó la disponibilidad de alimentos por unidad de vegetación. Para tal efecto, cada una de las variables calculadas fue normalizada, es decir se ajustaron sus valores finales respecto a una escala común, con rango del 1 al 0, para luego integrar los valores de estas variables mediante el promedio de las mismas. Dando como resultado el cálculo del Índice Disponibilidad de Alimentos, propuesto como aproximación para el presente estudio, donde los valores cercanos al 0 corresponden, están relacionados a una nula disponibilidad de alimentos, mientras que los más cercanos a 1, hacia una alta disponibilidad de alimentos.

$$I \text{ DispAlimentos} = \frac{\text{SppCo} + \text{ValorImpCo} + \text{BiomasaCo}}{3}$$

Donde:

I SppCo: Índice del Número de Especies Consumidas en época seca

I ValorImpCo: Índice del Valor de Importancia de las Especies Consumidas en época seca

I BiomasaCo: Índice de la Biomasa aérea de las especies consumidas en época seca

I DispAlimentos: Índice de la Disponibilidad de Alimentos en época seca

3.3.3. C) Mapeo de la disponibilidad de alimentos para venado

Se asignaron los resultados obtenidos en el cálculo de las variables, para estimar de manera cuantitativa la disponibilidad de alimentos para el venado en la época seca, según la unidad de cobertura vegetal correspondiente.

Las tres variables empleadas en el análisis fueron integradas en un índice de disponibilidad de alimentos para el venado cola blanca. Estos valores fueron asignados a cada unidad de vegetación, obteniéndose una clasificación del área según la disponibilidad de alimentos para el venado cola blanca, en la época seca. Donde los valores más altos corresponden a las unidades de vegetación que brindan la mayor disponibilidad de alimentos para el venado en dicha época. Posteriormente, se procedió a clasificar los valores obtenidos del índice de disponibilidad de alimentos, según rangos de clases propuestos de manera manual, para tres clases de disponibilidad presentadas: disponibilidad buena, disponibilidad regular y disponibilidad mala; a fin de facilitar la visualización de los valores en cada unidad de vegetación.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Elaboración del mapa de cobertura vegetal del Sector Sauce Grande del CCEA

Uno de los principales resultados del presente estudio, es el mapa de Coberturas Vegetales del Sector Sauce Grande del CCEA, elaborado a partir de criterios fisonómicos, fisiográficos, dasométricos y florísticos.

El resultado de este mapa muestra algunas semejanzas con las aproximaciones desarrolladas por Vásquez, en 2005 y 2012. Sin embargo, muestran resultados bastante diferenciados de: INRENA 2003, INRENA 2005, Figallo 1997, DGEVFPN – MINAM, 2015, debido fundamentalmente a las características del insumo base empleado en el análisis.

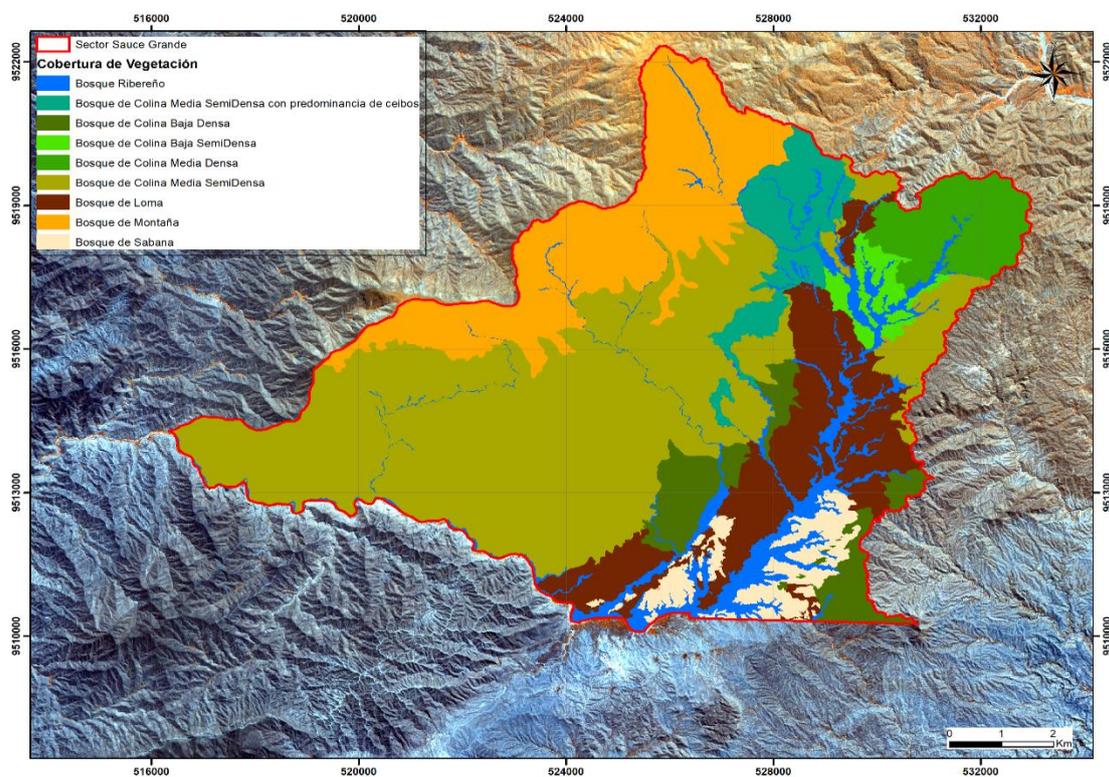


Figura 18 Mapa de Cobertura Vegetal del Sector Sauce Grande del CCEA (Fuente: Elaboración propia)

Tal como se presenta en el cuadro 6, las coberturas vegetales que cubre la mayor extensión del área de estudios son: Bosque de Colina Media SemiDensa, Bosque de Montaña y Bosque de Loma, las que en suma representan el 70% del área de estudio. De otro lado, la cobertura de vegetación con una escasa extensión en el área de estudio es el Bosque de Colina Baja SemiDensa que representa menos del 2% del área analizada.

Cuadro 6 Superficie de las coberturas vegetales presentes en el área de estudio
(Fuente: Elaboración propia)

Cobertura vegetal	Superficie (ha)	%
Bosque Ribereño	872.78	8.75%
Bosque de Colina Baja Densa	531.83	5.33%
Bosque de Colina Baja SemiDensa	170.70	1.71%
Bosque de Colina Media Densa	502.85	5.04%
Bosque de Colina Media SemiDensa	4,208.17	42.17%
Bosque de Colina Media SemiDensa con predominancia de ceibos	512.04	5.13%
Bosque de Loma	1,175.99	11.78%
Bosque de Montaña	1,675.34	16.79%
Bosque de Sabana	330.31	3.31%
Superficie total del área de estudio	9,980.00	100%

En base a las métricas estadísticas empleadas para evaluar la exactitud del Mapa de Cobertura Vegetal resultante, se considera que el mapa presenta resultados aceptables, ya que sobrepasa los umbrales establecidos para estas métricas.

Cuadro 7 Resultado de la validación del Mapa de Cobertura Vegetal
(Fuente: Elaboración propia)

Métricas estadísticas	%
Índice Kappa	87
Porcentaje Correctamente Clasificado	89

4.1.2 Caracterización de las unidades de cobertura vegetal presentes en el Sector Sauce Grande del CCEA

A continuación se presentan los resultados de la caracterización, en cuanto a la estructura y composición, de las unidades de cobertura vegetal:

- **Bosque de Montaña**

La cobertura de vegetal Bosque de Montaña, abarca una extensión de 1,667.99 ha, que representa el 15.8% del área de estudio. Se ubica en la zona nor-occidente del Sector. Altitudinalmente, se distribuye entre los 762 y 1340 msnm.

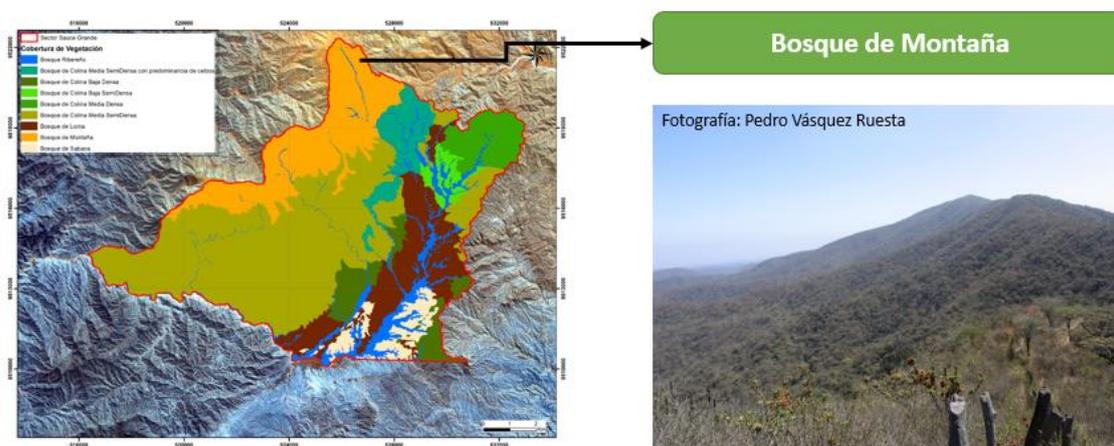


Figura 19 Bosque de Montaña (Fuente: Elaboración propia)

En base a la información levantada en las parcelas de vegetación, en la cobertura vegetal Bosque de Montaña se registraron un total de 15 especies de plantas silvestres y 262 individuos. Esta unidad presenta una densidad promedio por parcela de 0.12 individuos/m² ($\sigma=0.02$), caracterizándose por una vegetación semidensa – densa.

De acuerdo al Índice de Valor de Importancia (cuadro 8), calculado con la información de las parcelas de vegetación, esta unidad está dominada principalmente por las especies: Palo Santo (*Bursera graveolens*) y Pasallo (*Eriotheca ruizii*); y acompañadas por: Porotillo (*Erythrina smithiana*), Almendro (*Geoffrea striata*), Charán (*Caesalpinia paipai*) y Aserrilla (*Mimosa myriadena*).

Cuadro 8 Índice de Valor de importancia (IVI) de las especies del bosque de montaña

(Fuente: Elaboración propia)

Especie	Nombre científico	Familia	Ab%	Do%	F%	IVI
Palo Santo	<i>Bursera graveolens</i>	Burseraceae	0.21	0.41	0.10	0.24
Pasallo	<i>Eriotheca ruizii</i>	Bombacaceae	0.15	0.26	0.10	0.17
Porotillo	<i>Erythrina smithiana</i>	Fabaceae	0.13	0.09	0.10	0.11
Almendro	<i>Geoffrea striata</i>	Fabaceae	0.05	0.09	0.10	0.08
Charán	<i>Caesalpinia paipai</i>	Fabaceae	0.08	0.06	0.10	0.08
Aserrilla	<i>Mimosa myriadena</i>	Fabaceae	0.11	0.01	0.10	0.08
Añalque	<i>Coccoloba ruiziana</i>	Polygonaceae	0.10	0.01	0.09	0.06
Chapra	<i>Leucaena trichodes</i>	Fabaceae	0.07	0.01	0.07	0.05
Polo polo	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Cochlospermaceae	0.02	0.04	0.04	0.03
Aserrilla 1	<i>Mimosa acantholoba</i>	Fabaceae	0.03	0.00	0.04	0.03
Palo negro	<i>Waltheria cf. Ovata</i>	Sterculiaceae	0.01	0.03	0.03	0.02
Papelillo	<i>Bougainvillea pachyphylla</i>	Nyctaginaceae	0.01	0.00	0.04	0.02
Uña de gato	<i>Byttneria glabrescens</i>	Sterculiaceae	0.01	0.00	0.03	0.01
Margarito	<i>Capparis eucalytifolia</i>	Capparaceae	0.01	0.00	0.01	0.01
Borrachera	<i>Ipomoea carnea</i>	Convolvulaceae	0.00	0.00	0.01	0.01

Donde: Color amarillo (especies con mayor importancia) y color anaranjado (especies acompañantes)

Las especies más abundantes de esta unidad son: Palo Santo (21%), Pasallo (15%) y Porotillo (13%), estas tres especies representan casi el 50% del total de individuos identificados en esta unidad. Las familias más abundantes son: Fabaceae (48%), Burseraceae (21%) y Bombacaceae (15%).

Respecto a la dominancia, la especie que domina la unidad es el Palo Santo, con un área basal promedio de 0.32m² ($\sigma = 0.11$). En cuanto a la frecuencia, las especies más comunes registradas en las parcelas fueron: Palo Santo (*Bursera graveolens*), Pasallo (*Eriotheca ruizii*),

Porotillo (*Erythrina smithiana*), Almendro (*Geoffrea striata*), Charán (*Caesalpinia paipai*) y Aserrilla (*Mimosa myriadena*).

- **Bosque de Colina Media SemiDensa con predominancia de ceibos**

La unidad de vegetación Bosque de Colina Media SemiDensa con predominancia de ceibos, tiene una extensión de 509.80 ha, que representa el 4.8% de todo el sector Sauce Grande del CCEA. Se ubica principalmente en la zona norte del Sector. Altitudinalmente, se distribuye entre los 649 y 1035 msnm.

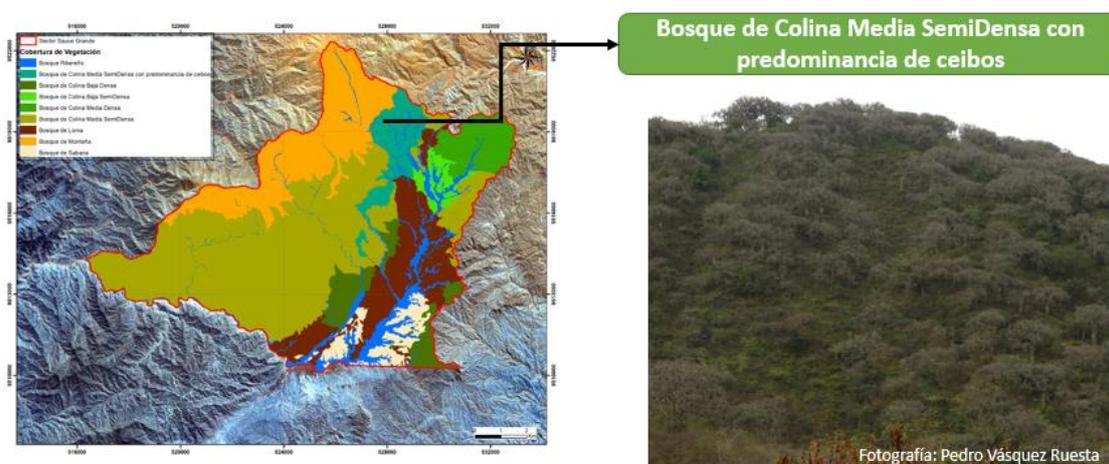


Figura 20 Bosque de Colina Media SemiDensa con predominancia de ceibos (Fuente: Elaboración propia)

En cuanto a la geología, esta cobertura se extiende sobre la Formación Pananga y Muerto (Palacios1994), descrita en el capítulo II. Se infiere que esta formación influye sobre la cobertura vegetal de la unidad, determinando las características zonales de la vegetación. Siendo conspicua, por ejemplo, la predominancia en esta unidad de los ceibos (*Ceiba trischistandra*), como característica que la distingue de las otras unidades circundantes¹³.

En cuanto a la vegetación, según el Índice de Valor de Importancia (cuadro 9) calculado con la información de las parcelas de vegetación registradas en el Bosque de Colina Media SemiDensa con predominancia de ceibos, se encuentra dominado fundamentalmente por la especie Ceibo (*Ceiba trischistandra*) y acompañado por el arbusto codominante, Overo (*Cordia lutea*).

¹³ Comunicación Personal. Vásquez, P. (noviembre, 2016).

Cuadro 9 Índice de Valor de importancia de las especies del Bosque de Colina Media
SemiDensa con predominancia de ceibos (Fuente: Elaboración propia)

Especie	Nombre científico	Familia	Ab%	Do%	F%	IVI
Ceibo	<i>Ceiba trischistandra</i>	Bombacaceae	0.20	0.94	0.17	0.44
Overo	<i>Cordia lutea</i>	Boraginaceae	0.33	0.01	0.15	0.16
Margarito	<i>Capparis eucalytifolia</i>	Capparaceae	0.07	0.02	0.14	0.07
Charán	<i>Caesalpinia paipai</i>	Fabaceae	0.08	0.00	0.08	0.05
Chapra	<i>Leucaena trichodes</i>	Fabaceae	0.09	0.00	0.05	0.05
Faique	<i>Acacia macracantha</i>	Fabaceae	0.03	0.01	0.07	0.03
Aserrilla	<i>Mimosa myriadena</i>	Fabaceae	0.06	0.00	0.03	0.03
Pasallo	<i>Eriotheca ruizii</i>	Bombacaceae	0.02	0.01	0.03	0.02
Añalque	<i>Coccoloba ruiziana</i>	Polygonaceae	0.02	0.00	0.03	0.02
Porotillo	<i>Erythrina smithiana</i>	Fabaceae	0.02	0.01	0.02	0.02
Almendro	<i>Geoffrea striata</i>	Fabaceae	0.01	0.00	0.03	0.02
Sapote	<i>Capparis scabrida</i>	Sapotaceae	0.01	0.00	0.03	0.02
Pego-pego	<i>Pisonia macrenthocarpa</i>	Nyctaginaceae	0.01	0.00	0.03	0.02
Diente	<i>Scherebera americana</i>	Oleaceae	0.01	0.00	0.03	0.02
Angolo	<i>Pithecellobium multiflorum</i>	Fabaceae	0.02	0.00	0.02	0.01
Palo Santo	<i>Bursera graveolens</i>	Burseraceae	0.01	0.01	0.02	0.01
Chaquiro	<i>Pithecellobium excelsum</i>	Fabaceae	0.01	0.00	0.02	0.01
Cola de alacrán	<i>Heliotropium arborescens</i>	Boraginaceae	0.01	0.00	0.02	0.01
Ebano	<i>Ziziphus thyrsoiflora</i>	Rhamnaceae	0.01	0.00	0.02	0.01

Donde: Color amarillo (especies con mayor importancia) y color anaranjado (especies acompañantes)

Las especies más abundantes en esta cobertura vegetal son el Overo (33%) y el Ceibo (20%), estas dos especies constituyen más de la mitad del total de los individuos identificados en las parcelas de vegetación de la unidad. Esta unidad de vegetación presenta una densidad promedio por parcela de 0.05 individuos/m² ($\sigma=0.02$).

En cuanto a la dominancia, la especie que predomina es el ceibo, cuya área basal promedio por parcelas es de 4.15m² ($\sigma=2.18$). En cuanto a la frecuencia, las especies más comunes las parcelas levantadas fueron el Ceibo (*Ceiba trischistandra*), el Overo (*Cordia lutea*) y el Margarito (*Capparis eucalytifolia*). Las familias más abundantes en esta cobertura vegetal son: Boraginaceae (33%), Fabaceae (31%) y Bombacaceae (22%).

- **Bosque de Colina Media Semidensa**

La unidad de vegetación Bosque de Colina Media Semidensa abarca una extensión de 4,189.71 ha, que representa el 39.7% de todo el sector Sauce Grande del CCEA. Se ubica en las zonas oeste y este en la franja central del Sector. Altitudinalmente, se distribuye entre los 398 y 1066 msnm.

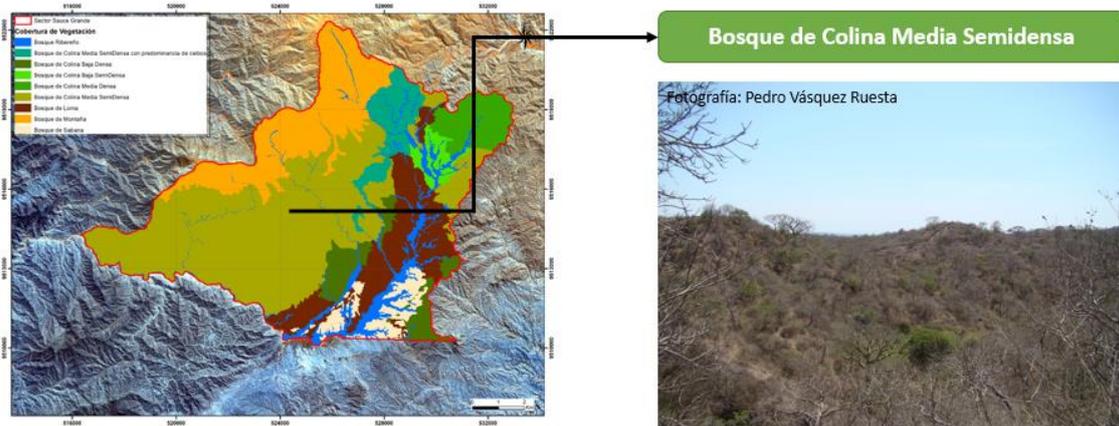


Figura 21 Bosque de Colina Media Semidensa (Fuente: Elaboración propia)

En base a la información registrada en las parcelas de vegetación, esta unidad de vegetación está dominada principalmente por las especies: Ceibo (*Ceiba trischistandra*) y Pasallo (*Eriotheca ruizii*); y acompañadas por: Aserrilla (*Mimosa myriadena*), Palo Santo (*Bursera graveolens*), Overo (*Cordia lutea*) y Chapra (*Leucaena trichodes*) (ver cuadro 10).

Cuadro 10 Índice de Valor de importancia de las especies del Bosque de Colina Media
Semidensa (Fuente: Elaboración propia)

Especie	Nombre científico	Familia	F%	Ab%	Do%	IVI
Ceibo	<i>Ceiba trischistandra</i>	Malvaceae	0.07	0.02	0.43	0.17
Pasallo	<i>Eriotheca ruizii</i>	Malvaceae	0.09	0.09	0.30	0.16
Aserrilla	<i>Mimosa acantholoba</i>	Fabaceae	0.06	0.20	0.02	0.09
Palo Santo	<i>Bursera graveolens</i>	Burseraceae	0.04	0.12	0.05	0.07
Overo	<i>Cordia lutea</i>	Boraginaceae	0.10	0.09	0.01	0.07
Chapra	<i>Leucaena trichodes</i>	Fabaceae	0.10	0.09	0.01	0.07
Porotillo	<i>Erythrina smithiana</i>	Fabaceae	0.04	0.02	0.08	0.05
Charán	<i>Caesalpinia paipai</i>	Fabaceae	0.07	0.05	0.02	0.05
Pava	s/n		0.03	0.09	0.00	0.04
Choclillo	s/n		0.06	0.04	0.00	0.03
Tumba jinete	s/n		0.03	0.05	0.00	0.03
Margarito	<i>Capparis flexuosa</i>	Capparaceae	0.05	0.02	0.00	0.03
Añalque	<i>Coccoloba ruiziana</i>	Polygonaceae	0.04	0.02	0.00	0.02
Papelillo	<i>Bougainvillea pachyphylla</i>	Nyctaginaceae	0.03	0.01	0.00	0.02
Palo negro	<i>Waltheria cf. Ovata</i>	Sterculiaceae	0.03	0.02	0.00	0.02
Cardo maderero	<i>Armatocereus cartwrightianus</i>	Cactaceae	0.01	0.00	0.03	0.01
Tongo	<i>Pseudosicydium cf. Acariaenthum</i>	Cucurbitaceae	0.02	0.01	0.00	0.01
Pego pego	<i>Pisonia macranthocarpa</i>	Nyctaginaceae	0.01	0.01	0.01	0.01
Borrachera	<i>Ipomoea carnea</i>	Convolvulaceae	0.02	0.01	0.00	0.01
Almendro	<i>Geoffrea striata</i>	Fabaceae	0.02	0.00	0.01	0.01
Uña de gato	<i>Byttneria glabrescens</i>	Sterculiaceae	0.02	0.01	0.00	0.01
Algarrobo	<i>Prosopis pallida</i>	Fabaceae	0.01	0.00	0.01	0.01
Cardo gateado	<i>Cereus diffusus</i>	Cactaceae	0.01	0.00	0.00	0.01
Diente	<i>Schreberia americana</i>	Oleaceae	0.01	0.00	0.00	0.01
Ébano	<i>Ziziphus thyrsoiflora</i>	Rhamnaceae	0.01	0.00	0.00	0.00
Polo Polo	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Cochlospermaceae	0.01	0.00	0.00	0.00
Sapote	<i>Capparis scabrida</i>	Capparaceae	0.01	0.00	0.00	0.00
Cola de alacrán	<i>Heliotropium arborescens</i>	Boraginaceae	0.01	0.00	0.00	0.00
Cardo de penca	<i>Opuntia quitensis</i>	Cactaceae	0.01	0.00	0.00	0.00
Correa	s/n		0.01	0.00	0.00	0.00
Angolo	<i>Pithecellobium multiflorum</i>	Fabaceae	0.01	0.00	0.00	0.00

Donde: Color amarillo (especies con mayor importancia) y color anaranjado (especies acompañantes)

Las especies más abundantes del bosque de colina media semidensa son el Aserrilla (20%), Palo Santo (12%), Pasallo (9%), Overo (9%) y Chapra (9%), representando casi el 60% de los individuos identificados en las parcelas de vegetación de la unidad. Esta unidad de vegetación presenta una densidad promedio por parcela de 0.14 individuos/m² ($\sigma=0.10$). En cuanto a la dominancia, las especies más dominantes de la unidad son el Ceibo y Pasallo, con un área basal promedio respectivamente de 0.54m² ($\sigma =0.63$) y de 0.28m² ($\sigma =0.35$). En cuanto a la frecuencia, las especies más comunes registradas en las parcelas fueron: Overo (*Cordia lutea*) y Chapra (*Leucaena trichodes*). Las familias más abundantes en esta cobertura vegetal son: Boraginaceae (37%), Fabaceae (32%) y Burseraceae (16%).

- **Bosque de Colina Media Densa**

La cobertura vegetal Bosque de Colina Media Densa abarca una extensión de 500.65 ha, que representa el 4.7% de todo el sector Sauce Grande del CCEA. Se ubica en el extremo nororiental del Sector. Altitudinalmente, se distribuye entre los 673 y 872 msnm.

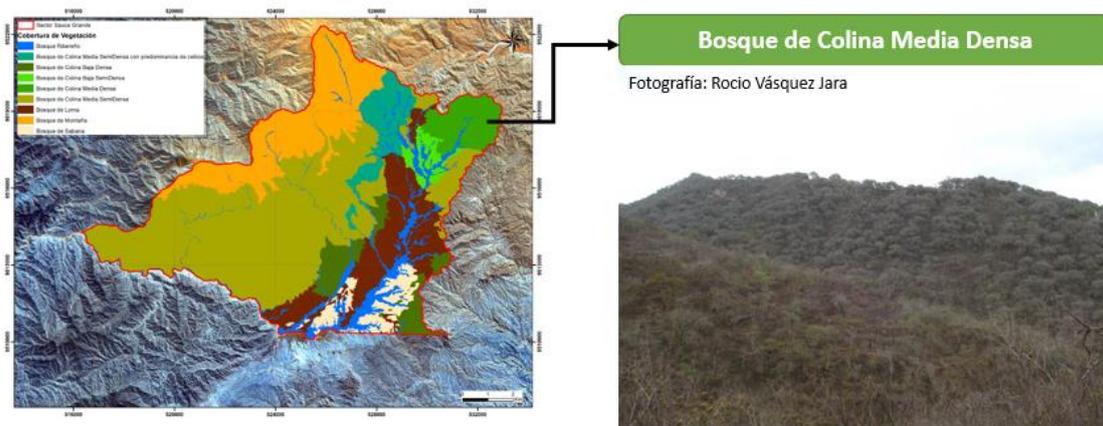


Figura 22 Bosque de Colina Media Densa (Fuente: Elaboración propia)

En base a la información registrada en las parcelas de vegetación, esta unidad de vegetación está dominada principalmente por el ceibo (*Ceiba trischistandra*) acompañado por la pava (ver cuadro 11).

Cuadro 11 Valor de importancia de las especies del Bosque de Colina Media Densa (Fuente: Elaboración propia)

Espece	Nombre científico	Familia	Ab	Dom	IVI
Ceibo	<i>Ceiba trischistandra</i>	Malvaceae	0.04	0.87	0.46
Pava	s/n		0.53	0.00	0.27
Choclillo	s/n		0.10	0.00	0.05
Chapra	<i>Leucaena trichodes</i>	Fabaceae	0.10	0.00	0.05
Pasallo	<i>Eriotheca ruizii</i>	Malvaceae	0.03	0.07	0.05
Pego-pego	<i>Pisonia macrenthocarpa</i>	Nyctaginaceae	0.04	0.04	0.04
Tumba jinete	s/n		0.03	0.00	0.02
Angolo	<i>Pithecellobium multiflorum</i>	Fabaceae	0.03	0.00	0.01
Charan	<i>Caesalpinia paipai</i>	Fabaceae	0.01	0.01	0.01
Cardo de penca	<i>Opuntia quitensis</i>	Cactaceae	0.01	0.00	0.01
Cardo gateado	<i>Cereus diffusus</i>	Cactaceae	0.01	0.00	0.01
Aserrilla	<i>Mimosa myriadena</i>	Fabaceae	0.01	0.00	0.01
Papelillo	<i>Bougainvillea pachyphylla</i>	Nyctaginaceae	0.01	0.00	0.01
Sonajera	s/n		0.01	0.00	0.01
Rabito de alacán	<i>Heliotropium arborescens</i>	Boraginaceae	0.01	0.00	0.01

Donde: Color amarillo (especies con mayor importancia) y color anaranjado (especies acompañantes)

La especie más abundante del bosque de colina media densa es la Pava, que representa más del 50% de los individuos identificados en las parcelas de vegetación de la unidad. Esta unidad de vegetación presenta una densidad promedio por parcela de 0.22 individuos/m² ($\sigma=0.02$).

En cuanto a la dominancia, la especie más dominante de la unidad es el Ceibo, con un área basal promedio respectivamente de 1.65m² ($\sigma =0.08$). En cuanto a la frecuencia, las especies más comunes registradas en las parcelas fueron: Ceibo, Pava, Choclillo y Chapra (*Leucaena trichodes*). Las familias más abundantes en esta cobertura vegetal son: Fabaceae (48%), Malvaceae (22%) y Nyctaginaceae (17%).

- **Bosque de Colina Baja Semidensa**

La cobertura vegetal Bosque de Colina Baja Semidensa abarca una extensión de 169.95 ha, que representa el 1.6% de todo el sector Sauce Grande del CCEA. Se ubica en la zona centro - oeste del Sector. Altitudinalmente, se distribuye entre los 636 y 771 msnm.

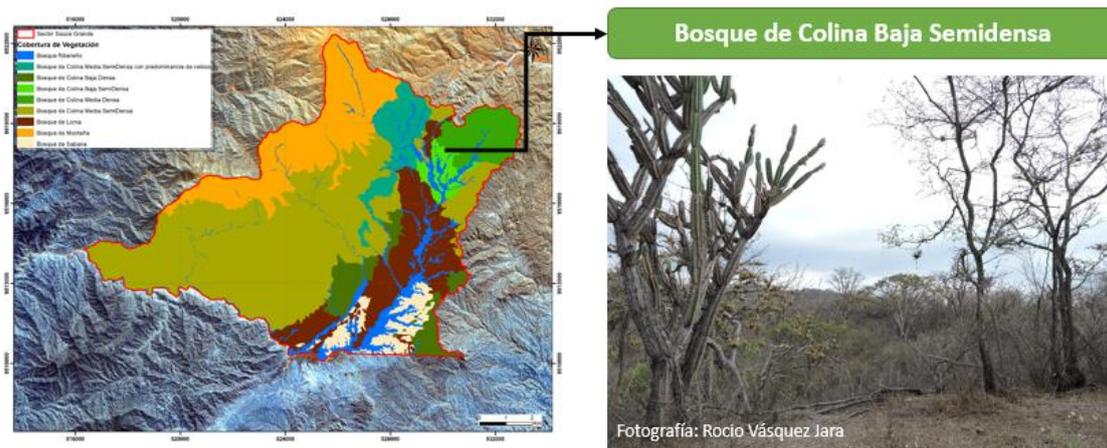


Figura 23 Bosque de Colina Baja Semidensa (Fuente: Elaboración propia)

En base a la información registrada en las parcelas de vegetación, esta unidad de vegetación está dominada principalmente por las especies: Aserrilla (*Mimosa acantholoba*), Palo Santo (*Bursera graveolens*) y Cardo maderero (*Armatocereus cartwrightianus*), acompañado por Overo (*Cordia lutea*), Porotillo (*Erythrina smithiana*) y Algarrobo (*Prosopis pallida*).

Cuadro 12 Valor de importancia de las especies del Bosque de Colina Baja Semidensa (Fuente: Elaboración propia)

Especie	Nombre científico	Familia	Ab%	F%	Do%	IVI
Aserrilla	<i>Mimosa acantholoba</i>	Fabaceae	0.22	0.13	0.06	0.14
Palo Santo	<i>Bursera graveolens</i>	Burseraceae	0.10	0.06	0.21	0.12
Cardo maderero	<i>Armatocereus cartwrightianus</i>	Cactaceae	0.07	0.09	0.19	0.12
Overo	<i>Cordia lutea</i>	Boraginaceae	0.16	0.11	0.02	0.10
Porotillo	<i>Erythrina smithiana</i>	Fabaceae	0.01	0.02	0.25	0.09
Algarrobo	<i>Prosopis pallida</i>	Fabaceae	0.10	0.13	0.04	0.09
Borrachera	<i>Ipomoea carnea</i>	Convolvulaceae	0.12	0.11	0.01	0.08
Palo negro	<i>Waltheria cf. Ovata</i>	Sterculiaceae	0.08	0.11	0.01	0.07
Pasallo	<i>Eriotheca ruizii</i>	Malvaceae	0.03	0.06	0.10	0.06
Charán	<i>Caesalpinia paipai</i>	Fabaceae	0.03	0.09	0.07	0.06
Cardo gateado	<i>Cereus diffusus</i>	Cactaceae	0.03	0.02	0.01	0.02
Ceibo	<i>Ceiba trischistandra</i>	Malvaceae	0.01	0.02	0.02	0.02
Papelillo	<i>Bougainvillea pachyphylla</i>	Nyctaginaceae	0.02	0.02	0.00	0.02
Choclillo	s/n		0.01	0.02	0.00	0.01
Pava	s/n		0.01	0.02	0.00	0.01

Donde: Color amarillo (especies con mayor importancia) y color anaranjado (especies acompañantes)

Las especies más abundantes del bosque de colina baja semidensa son: Aserilla (*Mimosa acantholoba*), Overo (*Cordia lutea*) y Borrachera (*Ipomoea carnea*), las que representan casi el 50% del total de individuos reportados en las parcelas en esta unidad de vegetación. Esta unidad de vegetación presenta una densidad promedio por parcela de 0.08 individuos/m² ($\sigma=0.02$).

En cuanto a la dominancia, la especies más dominante de la unidad son: Porotillo (*Erythrina smithiana*), Palo Santo (*Bursera graveolens*) y Cardo maderero (*Armatocereus cartwrightianus*); con un área basal promedio respectivamente de 0.3m² ($\sigma =0.01$), 0.08m² ($\sigma =0.09$) y 0.06m² ($\sigma =0.01$). En cuanto a la frecuencia, las especies más comunes registradas en las parcelas fueron: Aserilla y Algarrobo (*Prosopis pallida*). Las familias más abundantes en esta cobertura vegetal son: Fabaceae (37%) y Boraginaceae (16%).

- **Bosque de Colina Baja Densa**

La cobertura vegetal Bosque de Colina Baja Densa abarca una extensión de 631.42 ha, que representa el 6% de todo el sector Sauce Grande del CCEA. Se ubica a ambos lados de la quebrada espino. Altitudinalmente, se distribuye entre los 530 y 881 msnm.

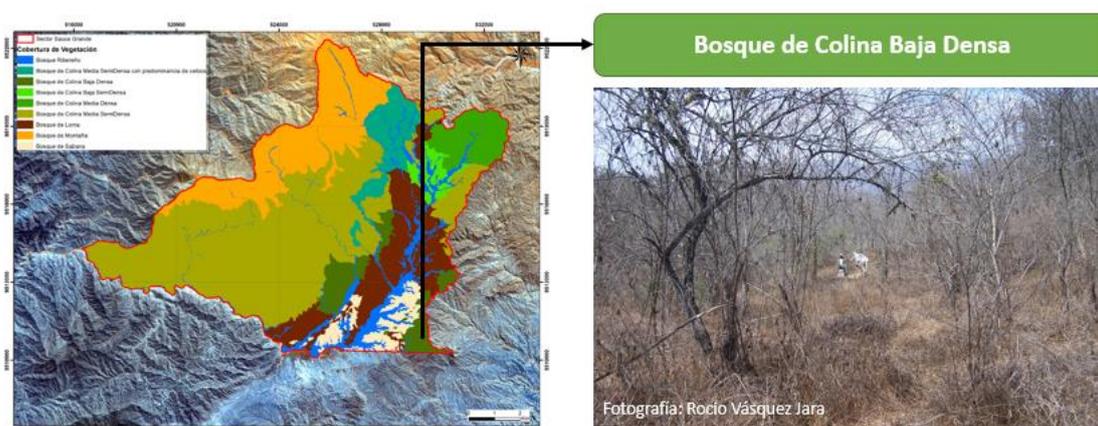


Figura 24 Bosque de Colina Baja Densa (Fuente: Elaboración propia)

En cuanto a la vegetación, según el Índice de Valor de Importancia calculado con la información de las parcelas de vegetación registradas, el Bosque de Colina Baja Densa se encuentra dominado por las especies: Charán (*Caesalpinia paipai*), Chocllillo y Overo (*Cordia lutea*); y acompañados por las especies: Pava (s/n), Palo Santo (*Bursera graveolens*) y Añalque (*Coccoloba ruiziana*).

Cuadro 13 Valor de importancia de las especies del Bosque de Colina Baja Densa (Fuente: Elaboración propia)

Especie	Nombre científico	Familia	Ab	Fr	Do	IVI
Charán	<i>Caesalpinia paipai</i>	Fabaceae	0.03	0.10	0.46	0.20
Choclillo	<i>s/n</i>		0.37	0.10	0.01	0.16
Overo	<i>Cordia lutea</i>	Boraginaceae	0.26	0.10	0.12	0.16
Pava	<i>s/n</i>		0.04	0.10	0.10	0.08
Palo Santo	<i>Bursera graveolens</i>	Burseraceae	0.06	0.10	0.08	0.08
Añalque	<i>Coccoloba ruiziana</i>	Polygonaceae	0.08	0.10	0.03	0.07
Sapote	<i>Capparis scabrada</i>	Capparaceae	0.02	0.05	0.13	0.07
Guayacancillo	<i>s/n</i>		0.04	0.10	0.00	0.05
Almendro	<i>Geoffrea striata</i>	Fabaceae	0.01	0.05	0.06	0.04
Cosa cosa	<i>Bastardia bivalvis</i>	Malvaceae	0.05	0.05	0.00	0.04
Palo negro	<i>Waltheria cf. Ovata</i>	Sterculiaceae	0.03	0.05	0.00	0.03
Chapra	<i>Leucaena trichodes</i>	Fabaceae	0.01	0.05	0.00	0.02
Tumba jinete	<i>s/n</i>		0.01	0.05	0.00	0.02

Donde: Color amarillo (especies con mayor importancia) y color anaranjado (especies acompañantes)

Las especies más abundantes en esta cobertura vegetal son el Choclillo (37%) y Overo (26%) estas dos especies constituyen más de la mitad de los individuos identificados en las parcelas de vegetación. Esta unidad de vegetación presenta una densidad promedio por parcela de 0.18 individuos/m² ($\sigma=0.02$).

En cuanto a la dominancia, la especie que predomina es el Charán, cuya área basal promedio por parcelas es de 0.1m² ($\sigma=0.02$). En cuanto a la frecuencia, las especies más comunes las parcelas levantadas fueron el Choclillo, Overo (*Cordia lutea*), Añalque (*Coccoloba ruiziana*), Palo Santo (*Bursera graveolens*), Pava, Guayacancillo y Charán (*Caesalpinia paipai*). Las familias más abundantes en esta cobertura vegetal son: Boraginaceae (48%) y Polygonaceae (15%).

- **Bosque Ribereño**

La cobertura vegetal Bosque Ribereño abarca una extensión de 916.88 ha, que representa el 8.7% de todo el sector Sauce Grande del CCEA. Se extiende a lo largo de las quebradas Espino y Barbacoas. Altitudinalmente, se distribuye entre los 398 y 1233 msnm.

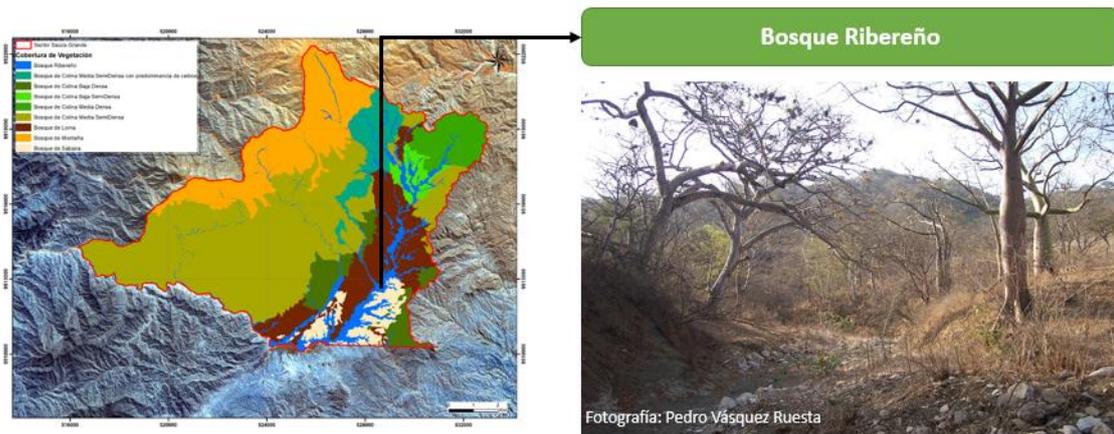


Figura 25 Bosque Ribereño (Fuente: Elaboración propia)

En base a la información registrada en las parcelas de vegetación, esta unidad de vegetación está dominada principalmente por las especies: Palo Santo (*Bursera graveolens*); acompañado por Overo (*Cordia lutea*), Pasallo (*Eriotheca ruizii*) y Ceibo (*Ceiba trischistandra*).

Cuadro 14 Valor de importancia de las especies del Bosque Ribereño (Fuente: Elaboración propia)

Especie	Nombre científico	Familia	F%	Ab%	Do%	IVI
Palo Santo	<i>Bursera graveolens</i>	Burseraceae	0.09	0.14	0.19	0.14
Overo	<i>Cordia lutea</i>	Boraginaceae	0.08	0.19	0.04	0.10
Pasallo	<i>Eriotheca ruizii</i>	Malvaceae	0.09	0.08	0.14	0.10
Ceibo	<i>Ceiba trischistandra</i>	Malvaceae	0.03	0.01	0.26	0.10
Almendro	<i>Geoffrea striata</i>	Fabaceae	0.04	0.05	0.10	0.06
Añalque	<i>Coccoloba ruiziana</i>	Polygonaceae	0.07	0.08	0.01	0.05
Porotillo	<i>Erythrina smithiana</i>	Fabaceae	0.04	0.02	0.07	0.04
Hualtaco	<i>Loxopterygium huasango</i>	Anacardiaceae	0.04	0.03	0.06	0.04
Papelillo	<i>Bougainvillea pachyphylla</i>	Nyctaginaceae	0.05	0.05	0.01	0.04
Charán	<i>Caesalpinia paipai</i>	Fabaceae	0.05	0.04	0.01	0.04
Polo Polo	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Cochlospermaceae	0.04	0.01	0.05	0.03
Margarito	<i>Capparis flexuosa</i>	Capparaceae	0.05	0.03	0.02	0.03
Aserrilla	<i>Mimosa myriadena</i>	Fabaceae	0.03	0.05	0.01	0.03
Chapra	<i>Leucaena trichodes</i>	Fabaceae	0.04	0.03	0.00	0.02
Palo negro	<i>Waltheria cf. Ovata</i>	Sterculiaceae	0.03	0.04	0.00	0.02
Chaquiro	<i>Pithecellobium excelsum</i>	Fabaceae	0.03	0.03	0.01	0.02
Aserrilla 1	<i>Mimosa acantholoba</i>	Fabaceae	0.04	0.02	0.00	0.02
Ébano	<i>Ziziphus thyrsoflora</i>	Rhamnaceae	0.03	0.03	0.00	0.02
Rabito de alacrán	<i>Heliotropium arborescens</i>	Boraginaceae	0.03	0.01	0.00	0.01
Margarito 2	<i>Capparis eucalyptifolia</i>	Capparaceae	0.03	0.01	0.00	0.01
Angolo	<i>Pithecellobium multiflorum</i>	Fabaceae	0.01	0.02	0.00	0.01
Uña de gato	<i>Byttneria glabrescens</i>	Sterculiaceae	0.02	0.01	0.00	0.01
Diente	<i>Schrebera americana</i>	Oleaceae	0.01	0.01	0.00	0.01
Guayacán	<i>Tecoma weberbaueriana</i>	Bignoniaceae	0.02	0.01	0.00	0.01
Cardo gateado	<i>Cereus diffusus</i>	Cactaceae	0.01	0.01	0.00	0.01
Tongo	<i>Pseudosicydium cf. Acariaenthum</i>	Cucurbitaceae	0.01	0.00	0.01	0.01
Cardo maderero	<i>Armatocereus cartwrightianus</i>	Cactaceae	0.01	0.00	0.00	0.01
Sapote	<i>Capparis scabrida</i>	Capparaceae	0.01	0.00	0.00	0.00

Donde: Color amarillo (especies con mayor importancia) y color anaranjado (especies acompañantes)

Las especies más abundantes del Bosque Ribereño son: Overo (*Cordia lutea*) y Palo Santo (*Bursera graveolens*), las que representan más del 30% del total de individuos reportados en las parcelas en esta unidad de vegetación. Esta unidad de vegetación presenta una densidad promedio por parcela de 0.18 individuos/m² ($\sigma=0.04$).

En cuanto a la dominancia, la especies más dominante de la unidad son: Ceibo (*Ceiba trischistandra*) y Palo Santo (*Bursera graveolens*); con un área basal promedio respectivamente de 0.62m² ($\sigma =0.20$) y 0.14m² ($\sigma =0.09$). En cuanto a la frecuencia, las especies más comunes registradas en las parcelas fueron: Palo Santo (*Bursera graveolens*) y Pasallo (*Eriotheca ruizii*). Las familias más abundantes en esta cobertura vegetal son: Fabaceae (26%) y Boraginaceae (20%).

- **Bosque de Loma**

La cobertura vegetal Bosque de Loma abarca una extensión de 1,556.43 ha, que representa el 14.8% de todo el sector Sauce Grande del CCEA. Se extienden desde la zona central hacia el sur del Sector, a ambos lados de la quebrada espino. Altitudinalmente, se distribuye entre los 499 y 796 msnm.

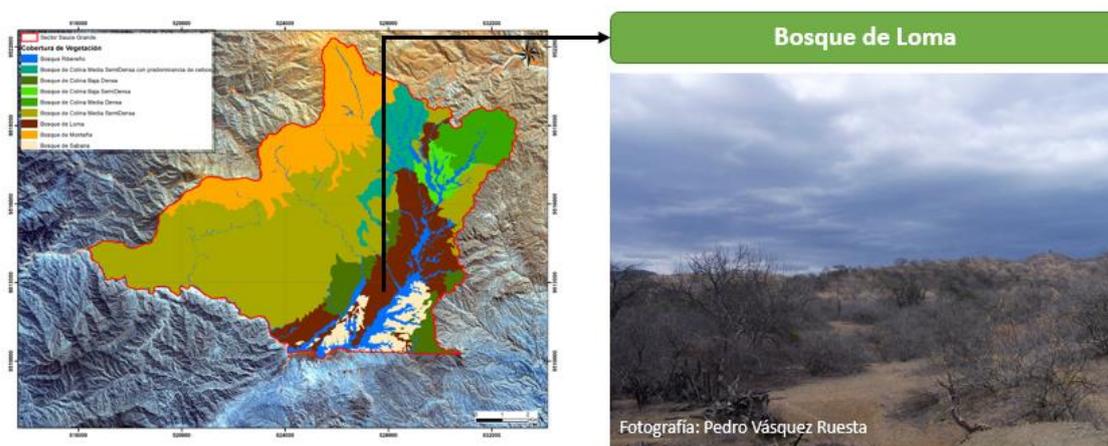


Figura 26 Bosque de Loma (Fuente: Elaboración propia)

En cuanto a la vegetación, según el Índice de Valor de Importancia calculado con la información de las parcelas de vegetación registradas en el Bosque de Loma, se encuentra dominada por las especies: Overo (*Cordia lutea*) y Algarrobo (*Prosopis pallida*); y acompañadas por las especies: Aserilla (*Mimosa acantholoba*) y Porotillo (*Erythrina smithiana*).

Cuadro 15 Valor de importancia de las especies del Bosque de Loma (Fuente: Elaboración propia)

Especie	Nombre científico	Familia	F%	Ab%	Do%	IVI
Overo	<i>Cordia lutea</i>	Boraginaceae	0.17	0.23	0.15	0.18
Algarrobo	<i>Prosopis pallida</i>	Fabaceae	0.08	0.17	0.28	0.18
Aserrilla	<i>Mimosa acantholoba</i>	Fabaceae	0.11	0.24	0.04	0.13
Porotillo	<i>Erythrina smithiana</i>	Fabaceae	0.04	0.02	0.18	0.08
Charán	<i>Caesalpinia paipai</i>	Fabaceae	0.10	0.04	0.05	0.06
Ceibo	<i>Ceiba trischistandra</i>	Bombacaceae	0.01	0.01	0.15	0.06
Almendro	<i>Geoffrea striata</i>	Fabaceae	0.06	0.02	0.05	0.04
Faique	<i>Acacia macracantha</i>	Fabaceae	0.05	0.05	0.01	0.04
Pasallo	<i>Eriotheca ruizii</i>	Malvaceae	0.05	0.01	0.03	0.03
Tumba jinete	s/n		0.05	0.03	0.00	0.02
Choclillo	s/n		0.04	0.03	0.00	0.02
Pava	s/n		0.02	0.04	0.00	0.02
Hualtaco	<i>Loxopterygium huasango</i>	Anacardiaceae	0.04	0.01	0.02	0.02
Añalque	<i>Coccoloba ruiziana</i>	Polygonaceae	0.05	0.02	0.00	0.02
Cardo maderero	<i>Armatocereus cartwrightianus</i>	Cactaceae	0.02	0.01	0.02	0.02
Papelillo	<i>Bougainvillea pachyphylla</i>	Nyctaginaceae	0.04	0.01	0.00	0.02
Borrachera	<i>Ipomoea carnea</i>	Convolvulaceae	0.04	0.01	0.00	0.02
Chapra	<i>Leucaena trichodes</i>	Fabaceae	0.02	0.01	0.00	0.01
Cardo gateado	<i>Cereus diffusus</i>	Cactaceae	0.01	0.01	0.00	0.01
Palo negro	<i>Waltheria cf. Ovata</i>	Sterculiaceae	0.01	0.01	0.00	0.01
Palo Santo	<i>Bursera graveolens</i>	Burseraceae	0.01	0.00	0.00	0.00

Donde: Color amarillo (especies con mayor importancia) y color anaranjado (especies acompañantes)

Las especies más abundantes en esta cobertura vegetal son: Aserrilla (24%), Overo (23%) y Algarrobo (17%), estas tres especies representan el 65% de los individuos identificados en las parcelas de vegetación. Esta unidad de vegetación presenta una densidad promedio por parcela de 0.08 individuos/m² ($\sigma=0.04$).

En cuanto a la dominancia, las especies que predominan son Algarrobo (*Prosopis pallida*) y Porotillo (*Erythrina smithiana*), cuyas áreas basales promedio por parcelas son de 0.20m² ($\sigma=0.19$) y 0.29m² ($\sigma=0.13$), respectivamente. En cuanto a la frecuencia, las especies más

comunes las parcelas levantadas fueron: Overo (*Cordia lutea*), Aserilla (*Mimosa acantholoba*) y Charán (*Caesalpinia paipai*). Las familias más abundantes en esta cobertura vegetal son: Fabaceae (62%) y Boraginaceae (26%).

- **Bosque de Sabana**

La cobertura vegetal Bosque de Sabana abarca una extensión de 403.28 ha, que representa el 3.8% de todo el sector Sauce Grande del CCEA. Se localiza en la zona sur del Sector, en las proximidades de la quebrada Espino. Altitudinalmente, se distribuye entre los 498 y 646 msnm.

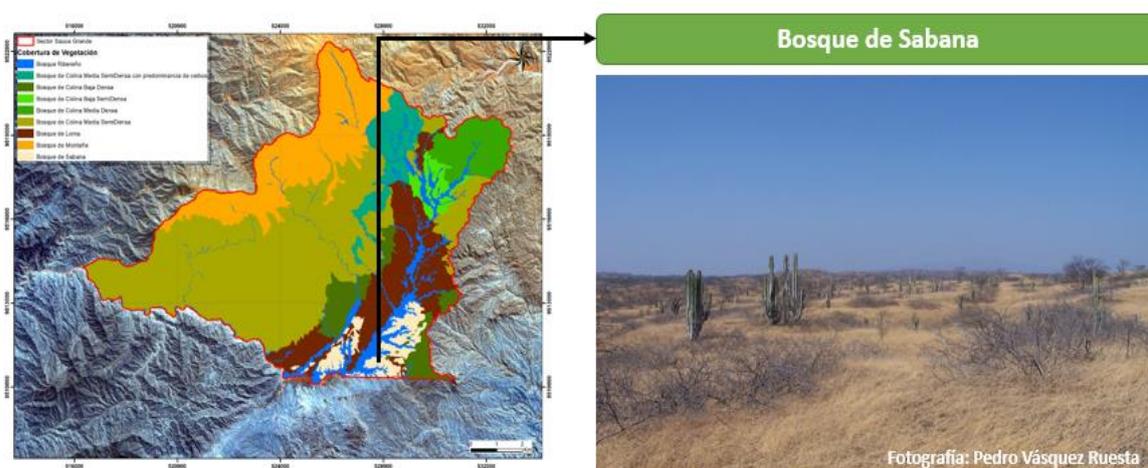


Figura 27 Bosque de Sabana (Fuente: Elaboración propia)

En base a la información registrada en las parcelas de vegetación, esta unidad de vegetación está dominada principalmente por las especies: Palo Santo (*Bursera graveolens*), Hualtaco (*Loxopterygium huasango*) y; acompañado por Cardo maderero (*Armatocereus cartwrightianus*) y Guayacán (*Tecoma weberbaueriana*).

Cuadro 16 Valor de importancia de las especies del Bosque de Sabana (Fuente: Elaboración propia)

Especie	Nombre científico	Familia	F%	Ab%	Do%	IVI
Palo Santo	<i>Bursera graveolens</i>	Burseraceae	0.14	0.23	0.23	0.20
Hualtaco	<i>Loxopterygium huasango</i>	Anacardiaceae	0.14	0.14	0.24	0.17
Cardo maderero	<i>Armatocereus cartwrightianus</i>	Cactaceae	0.14	0.13	0.21	0.16
Guayacán	<i>Tecoma weberbaueriana</i>	Bignoniaceae	0.14	0.10	0.17	0.13
Pasallo	<i>Eriotheca ruizii</i>	Malvaceae	0.07	0.09	0.13	0.09
Charán	<i>Caesalpinia paipai</i>	Fabaceae	0.10	0.13	0.01	0.08
Añalque	<i>Coccoloba ruiziana</i>	Polygonaceae	0.07	0.05	0.00	0.04
Flor de verano	<i>Ruprechtia jamesonii</i>	Polygonaceae	0.07	0.04	0.00	0.04
Overo	<i>Cordia lutea</i>	Boraginaceae	0.07	0.04	0.00	0.04
Chapra	<i>Leucaena trichodes</i>	Fabaceae	0.03	0.03	0.00	0.02
Palo negro	<i>Waltheria cf. Ovata</i>	Sterculiaceae	0.03	0.03	0.00	0.02

Donde: Color amarillo (especies con mayor importancia) y color anaranjado (especies acompañantes)

Las especies más abundantes del bosque de sabana son: Palo Santo (*Bursera graveolens*), Hualtaco (*Loxopterygium huasango*), Cardo maderero (*Armatocereus cartwrightianus*) y Charán (*Caesalpinia paipai*), las que representan más del 60% del total de individuos reportados en las parcelas en esta unidad de vegetación. Esta unidad de vegetación presenta una densidad promedio por parcela de 0.09 individuos/m² ($\sigma=0.03$).

En cuanto a la dominancia, la especies más dominante de la unidad son: Hualtaco (*Loxopterygium huasango*) y Palo Santo (*Bursera graveolens*); con áreas basales promedio de 0.1m² ($\sigma =0.06$) y 0.1m² ($\sigma =0.05$) respectivamente. En cuanto a la frecuencia, las especies más comunes registradas en las parcelas fueron: Palo Santo (*Bursera graveolens*), Hualtaco (*Loxopterygium huasango*), Cardo maderero (*Armatocereus cartwrightianus*) y Guayacán (*Tecoma weberbaueriana*). Las familias más abundantes en esta cobertura vegetal son: Burseraceae (23%) y Fabaceae (16%).

4.13 Resultados de la estimación de la biomasa por unidades de cobertura vegetal

Cuadro 17 Estimación de la Biomasa aérea por cobertura vegetal

Coberturas vegetales	Estimación de la Biomasa aérea (Tn/ha)		
	Promedio	Desviación estándar	Error estándar
Bosque de Colina Baja Densa	6.32	0.21	0.09
Bosque de Colina Baja SemiDensa	7.62	3.40	1.84
Bosque de Colina Media Densa	67.52	0.73	0.30
Bosque de Colina Media SemiDensa	33.40	24.21	9.89
Bosque de Loma	22.08	20.64	9.65
Bosque de Montaña	40.13	9.86	4.03
Bosque de Sabana	15.20	5.99	2.45
Bosque de Colina Media SemiDensa con predominancia de ceibos	320.11	181.91	74.26
Bosque Ribereño	46.95	31.86	13.01

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la biomasa aérea estimada para cada cobertura vegetal del área de estudio, el Bosque de Colina Media SemiDensa con predominancia de ceibos es la cobertura que presentó la mayor cantidad de biomasa aérea en promedio por unidad de área, donde se estima 320.11 Tn/ha (DE = 181.91 T/ha y EE = 74.26 T/ha). Mientras que, el Bosque de Sabana y el Bosque de Colina Baja Densa, son las coberturas que presentaron la menor cantidad de biomasa aérea en promedio por unidad de área, correspondiente a 22.08 T/ha (DE= 20.64 T/ha, EE= 9.65 T/ha) y 6.32 Tn/ha (DE = 0.21 T/ha y EE = 0.09 T/ha), respectivamente.

4.1.4 Análisis de la disponibilidad de alimento para el venado cola blanca en el Sector Sauce Grande del CCEA

A continuación se presentan los resultados obtenidos a partir de las variables analizadas, para la estimación de la disponibilidad de alimentos para el venado cola blanca, en época seca, a nivel de las coberturas de vegetación en el área de estudio:

4.1.4. A) Índice del Número de Especies Consumidas:

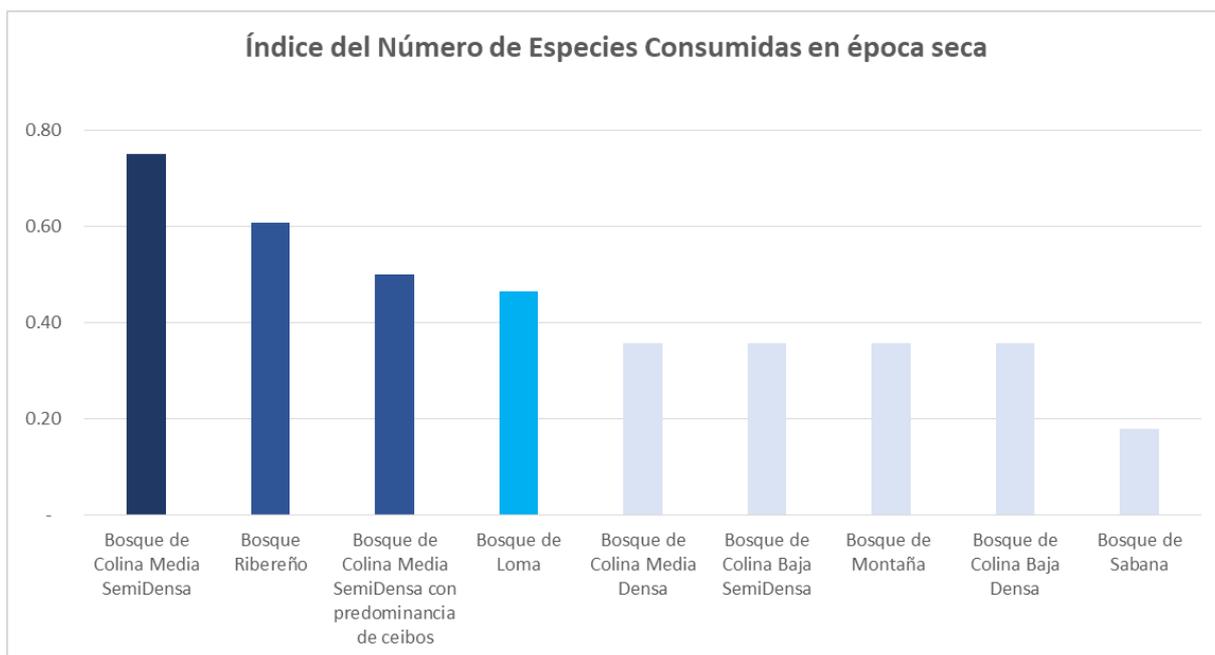


Figura 28 Índice del Número de Especies Consumidas por el venado cola blanca, en época seca, por cobertura de vegetación (Fuente: Elaboración propia)

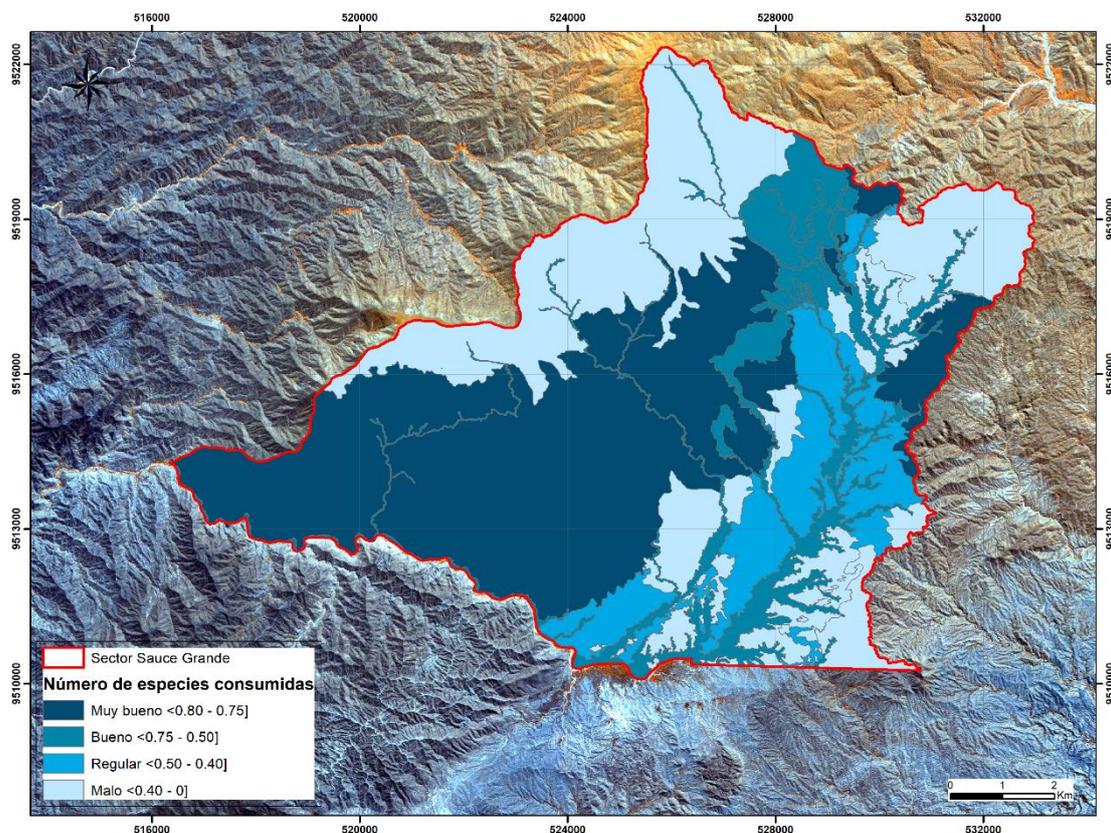


Figura 29 Mapa del Índice del Número de especies consumidas por el venado cola blanca, en época seca (Fuente: Elaboración propia)

Como se puede apreciar las figuras 28 y 29, en base a la variable **Índice del Número de Especies Consumidas**, las coberturas de vegetación que presentan los valores más altos (mayores a 0.5), es decir las que presentan la mayor cantidad de especies consumidas por el venado cola blanca en época seca, son: Bosque de Colina Media SemiDensa, Bosques Ribereño y Bosque de Colina Media SemiDensa con predominancia de ceibos. En estas coberturas se registraron entre 14 - 21 especies de plantas consumidas por el venado en época seca, de un total de 28 especies de plantas registradas en las parcelas de vegetación, las mismas que proveen de alimento para el venado cola blanca durante la época seca, mediante la provisión de hojas, puño, flores, frutos o carne, según sea el caso.

Así mismo, los valores más bajos (inferiores a 0.4) se encuentran en las unidades de vegetación: Bosque de Colina Baja SemiDensa, Bosque de Colina Baja Densa, Bosque de Colina Media Densa, Bosque de Montaña y Bosque de Sabana. En estas unidades se registraron apenas entre 5 – 10 especies vegetales consumidas por el venado en época seca.

4.1.4. B) Índice de Valor de Importancia de las Especies Consumidas

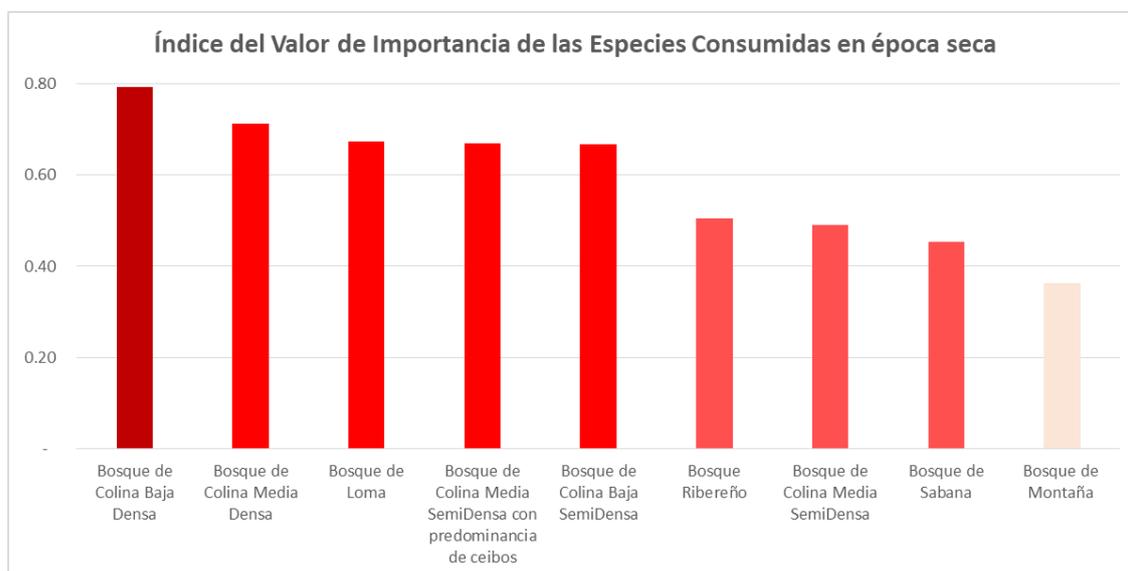


Figura 30 Índice del Valor de Importancia de las Especies Consumidas por el venado cola blanca, en época seca, por cobertura de vegetación (Fuente: Elaboración propia)

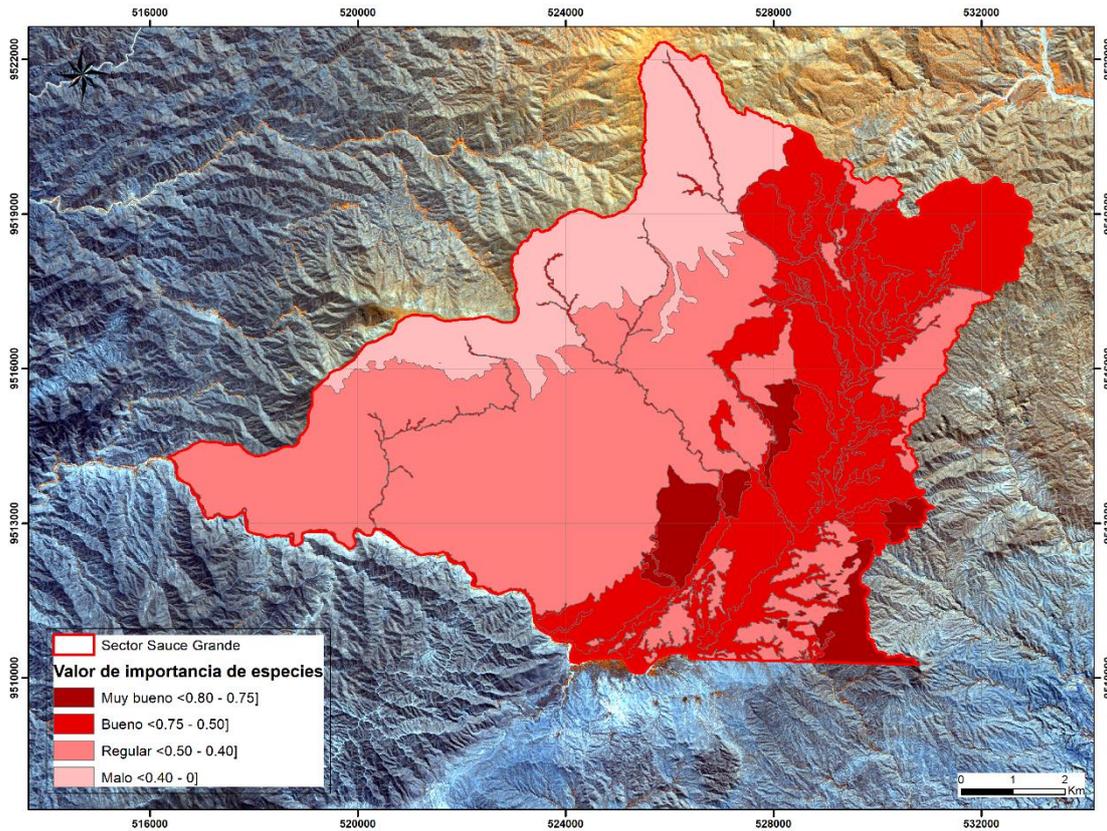


Figura 31 Mapa del Índice del Valor de Importancia de las especies consumidas por el venado cola blanca, en época seca (Fuente: Elaboración propia)

Tal como se aprecia en las figuras 30 y 31, en base a la variable **Índice del Valor de Importancia de las especies consumidas**, las unidades de vegetación que presentan los valores más altos (mayor a 0.5) son: Bosque de Colina Baja Densa, Bosque de Colina Media Densa, Bosques de Loma, Bosque de Colina Media SemiDensa con predominancia de ceibos, Bosque de Colina Baja SemiDensa y Bosque Ribereño.

Debido al comportamiento alimenticio del venado cola blanca, caracterizado por ser un ramoneador selectivo (Sánchez, 2011). Esta variable considera el supuesto que los lugares que contengan las especies consumidas por el venado, en mayor frecuencia y densidad, presentarán una mejor oferta de alimentos para el venado, y por lo tanto, se considerará como lugares con mayor valor de importancia (Regal 2013).

Así mismo, los valores más bajos (inferior a 0.4) se encuentran en la cobertura de vegetación Bosque de Montaña, donde los valores de frecuencia y densidad relativas de las especies consumidas en época seca por el venado, son inferiores al 40%.

4.1.4. C) Índice de Biomasa aérea de las especies consumidas:

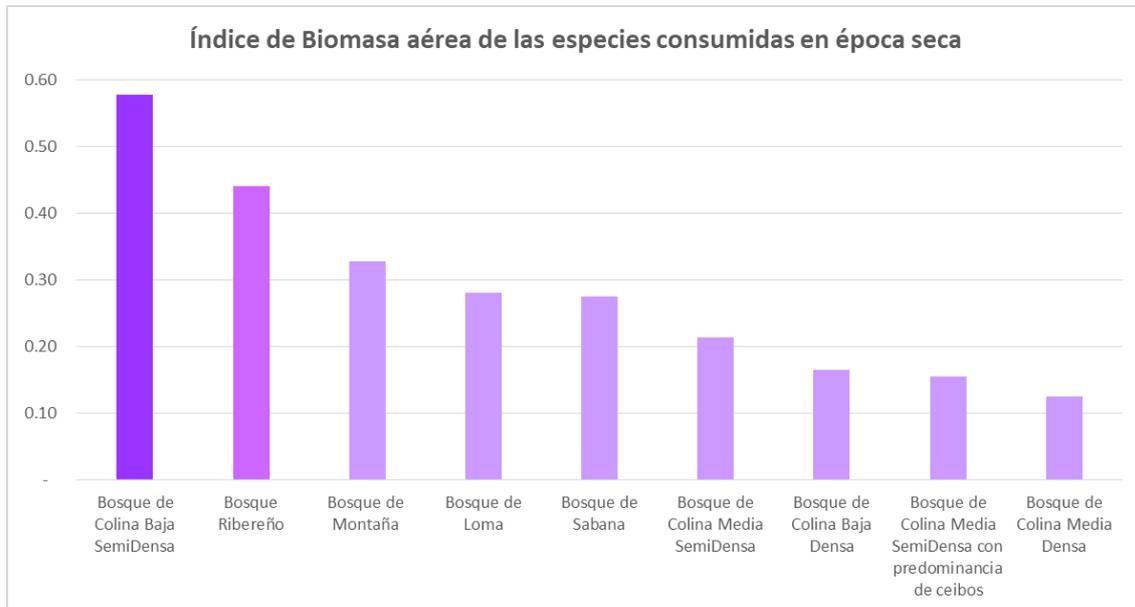


Figura 32 Índice de la Biomasa aérea de las Especies Consumidas por el venado cola blanca, en época seca, por cobertura de vegetación (Fuente: Elaboración propia)

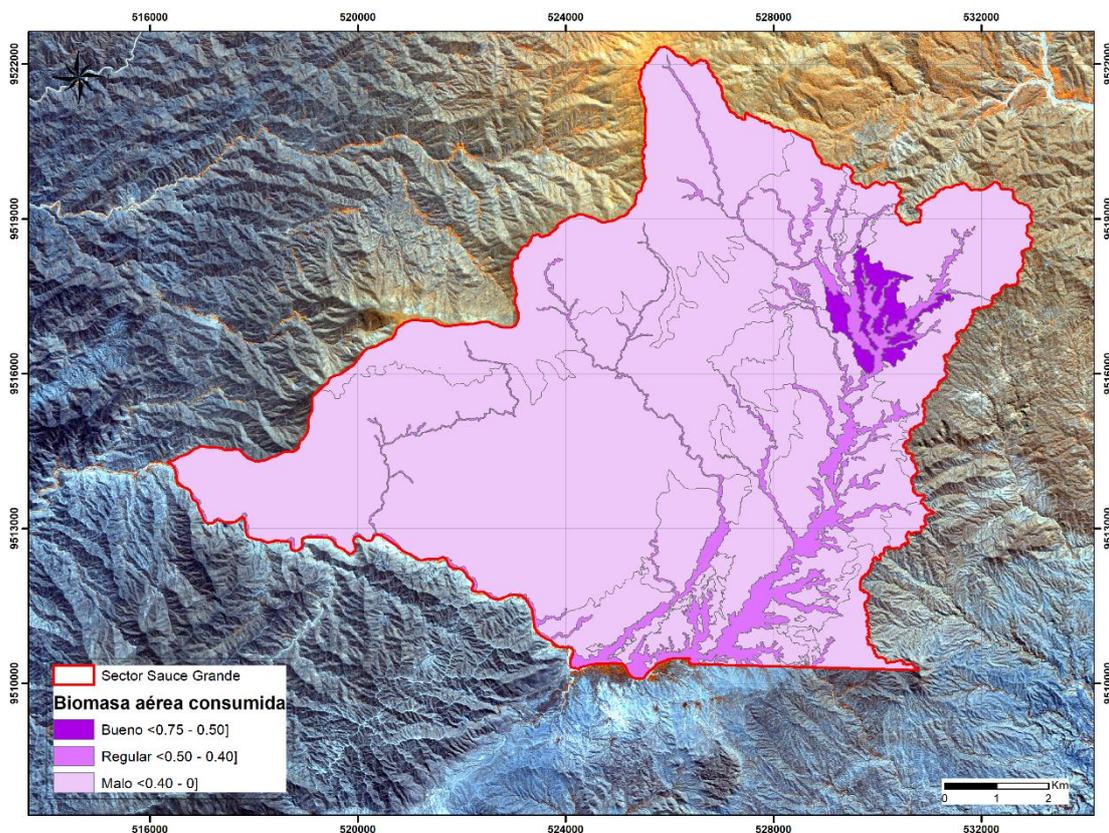


Figura 33 Mapa del Índice de Biomasa aérea de las especies consumidas por el venado cola blanca, en época seca (Fuente: Elaboración propia)

En base a la variable de **Índice de la Biomasa Aérea de las Especies Consumidas** (figuras 32 y 33), la unidad de vegetación que presenta los valores más altos es el Bosque de Colina Baja SemiDensa, donde casi el 60% de la biomasa aérea estimada para dicha cobertura (peso seco de las hojas), constituye alimento para el venado durante la época seca. Esta variable considera a las áreas con mayor oferta alimenticia, como aquellos lugares que brinden un mayor porcentaje de biomasa aérea (peso seco de las hojas) como potencial alimento al venado en la época seca.

Mientras que, las unidades de vegetación que presentaron los valores más bajos (inferior a 0.4) son: Bosque de Montaña, Bosque de Loma, Bosque de Sabana, Bosque de Colina Media, SemiDensa, Bosque de Colina Baja Densa, Bosque de Colina Media SemiDensa con predominancia de ceibos y Bosque de Colina Media Densa.

4.1.4. D) Índice de la Disponibilidad de alimentos

Los resultados del análisis de la disponibilidad de alimentos para el venado cola blanca durante la época seca, en base a las variables antes mencionadas, se muestran organizadas en el siguiente cuadro:

Cuadro 18 Análisis de la Disponibilidad de alimentos para el venado cola blanca durante la época seca, por cobertura de vegetación (Fuente: Elaboración propia)

Cobertura vegetal	ISppCo	IValorImpCo	IBiomasaCo	IDispAlimentos
Bosque de Colina Baja SemiDensa	0.36	0.67	0.58	0.53
Bosque Ribereño	0.61	0.50	0.44	0.52
Bosque de Colina Media SemiDensa	0.75	0.49	0.21	0.48
Bosque de Loma	0.46	0.67	0.28	0.47
Bosque de Colina Baja Densa	0.36	0.79	0.17	0.44
Bosque de Colina Media SemiDensa con predominancia de ceibos	0.50	0.67	0.16	0.44
Bosque de Colina Media Densa	0.36	0.71	0.13	0.40
Bosque de Montaña	0.36	0.36	0.33	0.35
Bosque de Sabana	0.18	0.45	0.28	0.30

Donde:

ISppCo: Índice del Número de Especies Consumidas

IValorImpCo: Índice del Valor de Importancia de las Especies Consumidas

IBiomasaCo: Índice de la Biomasa aérea de las Especies Consumidas

IDispAlimentos: Índice de Disponibilidad de Alimentos

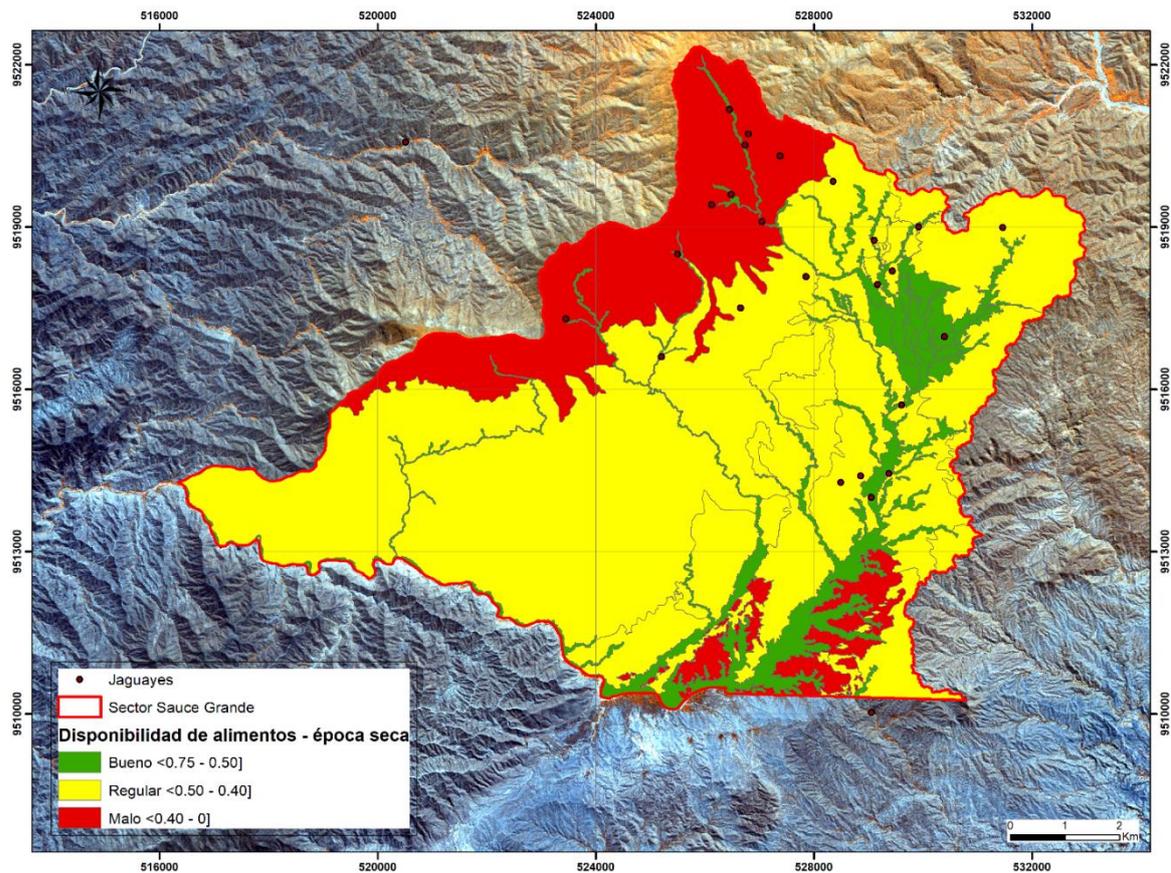


Figura 34 Mapa de la distribución de las Categorías de Disponibilidad de Alimentos para el venado cola blanca, durante la época seca (Fuente: Elaboración propia)

Como se puede apreciar en el cuadro 18 y la figura 34, en base a las variables empleadas para estimar la disponibilidad de alimentos para el venado cola blanca durante la época seca, las coberturas de vegetación que presentan los valores más altos (superiores a 0.5), consideradas como los lugares que ofrecen mayor disponibilidad de alimentos para el venado, son: Bosque de Colina Baja SemiDensa y Bosque Ribereño. Así mismo, las unidades de vegetación que presentan los valores más bajos del análisis (inferiores a 0.4) son: Bosque de Montaña y Bosque de Sabana.

Así mismo, en base a la disponibilidad de alimentos para el venado cola blanca durante la época seca, estimada mediante el índice del mismo nombre, se registró que todas las coberturas de vegetación del área de estudio presentaron valores inferiores a 0.53, es decir, que durante la época seca, la disponibilidad de alimento es un factor limitado para toda el área de estudio, con diferentes grados según la cobertura de vegetación. Además, se registra que las coberturas de vegetación con los valores más altos del análisis: Bosque de Colina Baja SemiDensa y Bosque Ribereño, resultaron ser las más próximas y vinculadas a los ojos de agua (jaguayes).

Cuadro 19 Coberturas de vegetación según las Categorías de Disponibilidad de Alimentos para el venado cola blanca, durante la época seca (Fuente: Elaboración propia)

Cobertura vegetal	Superficie (ha)	%	Clases de disponibilidad de alimento
Bosque de Colina Media SemiDensa	4,208.17	42.17%	Regular
Bosque de Montaña	1,675.34	16.79%	Mala
Bosque de Loma	1,175.99	11.78%	Regular
Bosque Ribereño	872.78	8.75%	Bueno
Bosque de Colina Baja Densa	531.83	5.33%	Regular
Bosque de Colina Media SemiDensa con predominancia de ceibos	512.04	5.13%	Regular
Bosque de Colina Media Densa	502.85	5.04%	Regular
Bosque de Sabana	330.31	3.31%	Mala
Bosque de Colina Baja SemiDensa	170.70	1.71%	Bueno
Total	9,980.00	100%	

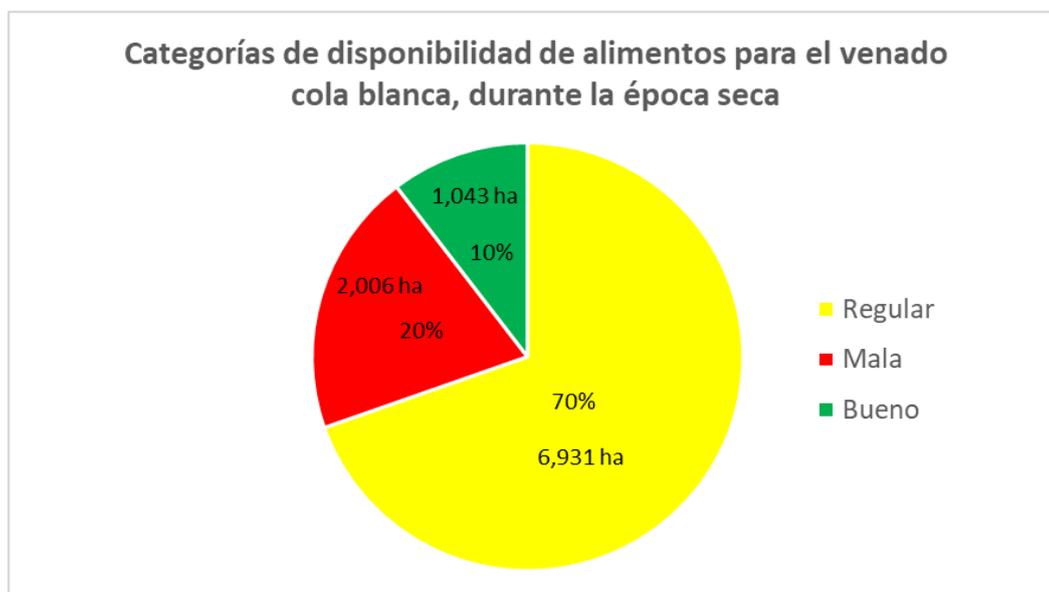


Figura 35 Distribución de las Categorías de disponibilidad de alimentos para el venado cola blanca, durante la época seca, en el área de estudio (Fuente: Elaboración propia)

Según la distribución de las categorías de disponibilidad de alimentos para el venado cola blanca, durante la época seca (cuadro 19 y figura 35), el 70% del área de estudio presenta la categoría de “Regular Disponibilidad de Alimentos” para el venado cola blanca, y sólo el 10%, la categoría de “Buena Disponibilidad de Alimentos” para el venado cola blanca.

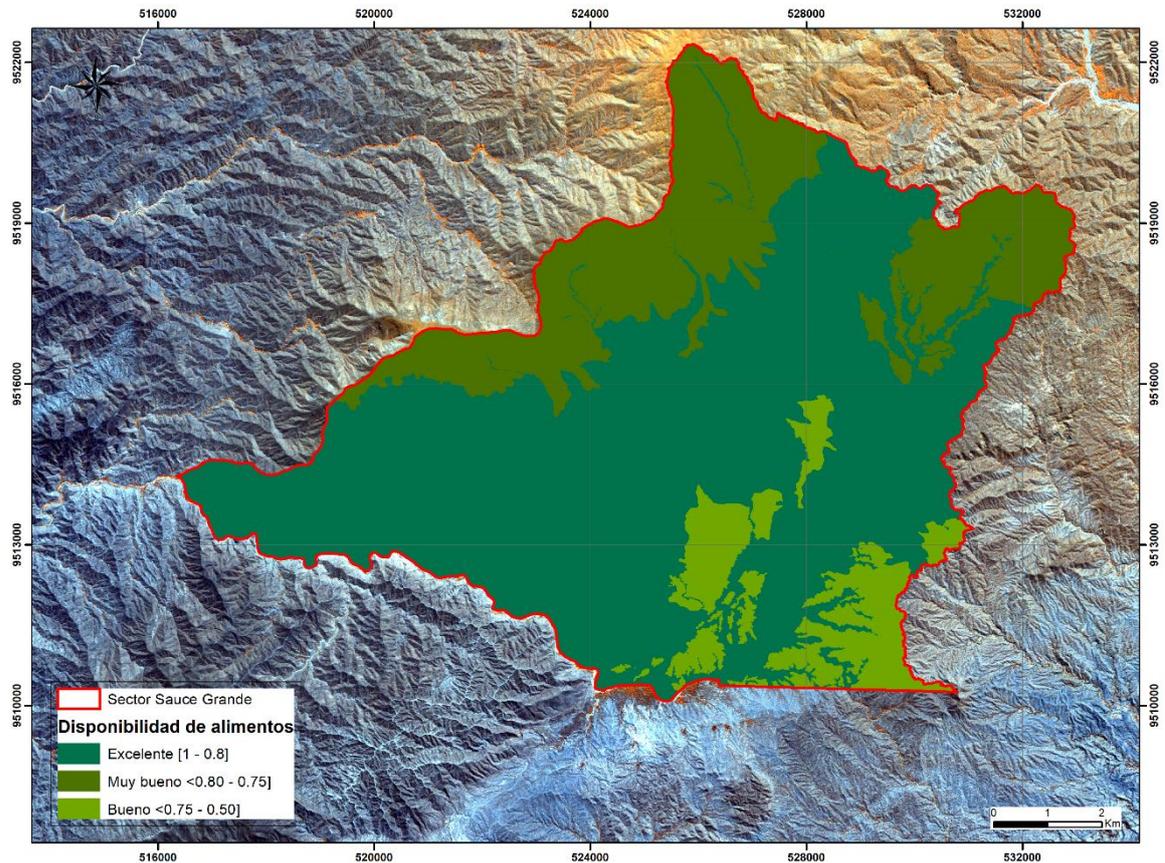


Figura 36 Distribución de las categorías de disponibilidad de alimentos para el venado cola blanca durante la época húmeda (Fuente: Elaboración propia)

Si bien, el estudio enmarcó los análisis en torno a la época seca, época que mayor estrés genera en cuanto a la obtención de alimentos para el venado cola blanca; se analizó además la distribución de la disponibilidad de alimentos durante la época húmeda, a fin de analizar las diferencias entre las mismas. De esta manera, al comparar los resultados de ambas épocas, se puede notar que durante la época seca, los valores máximos alcanzados por cobertura de vegetación son inferiores a 0.53, mientras que con los valores referidos a la época húmeda (ver figura 36), muestran valores superiores a 0.6, en todas las coberturas de vegetación.

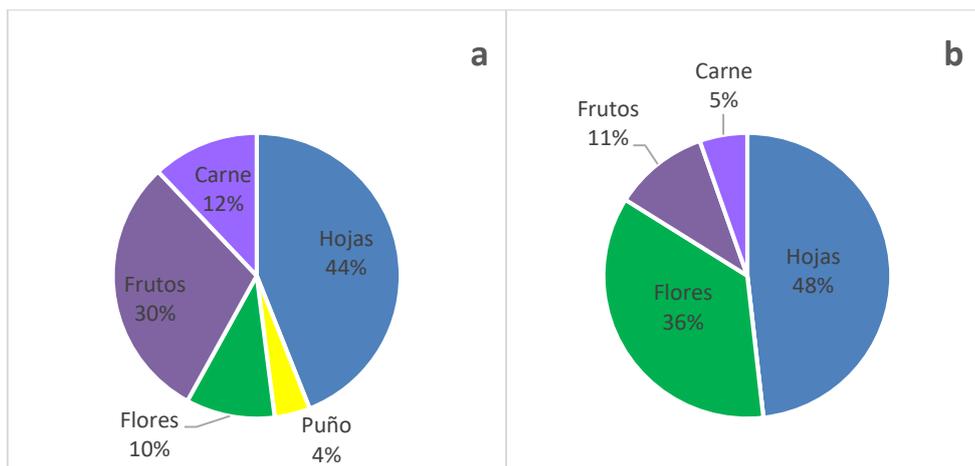


Figura 37 Tipo de alimento disponible en la época seca (a) y época húmeda (b)
(Fuente: Elaboración propia)

Asimismo, en la época seca, los principales tipos de alimentos disponibles para el venado cola blanca son: hojas y frutos, representando el 74% de los alimentos disponibles en dicha época. Mientras que, en la época húmeda, los principales tipos de alimentos disponibles son: hojas, flores y frutos, representando el 95% de los alimentos disponibles (figura 37).

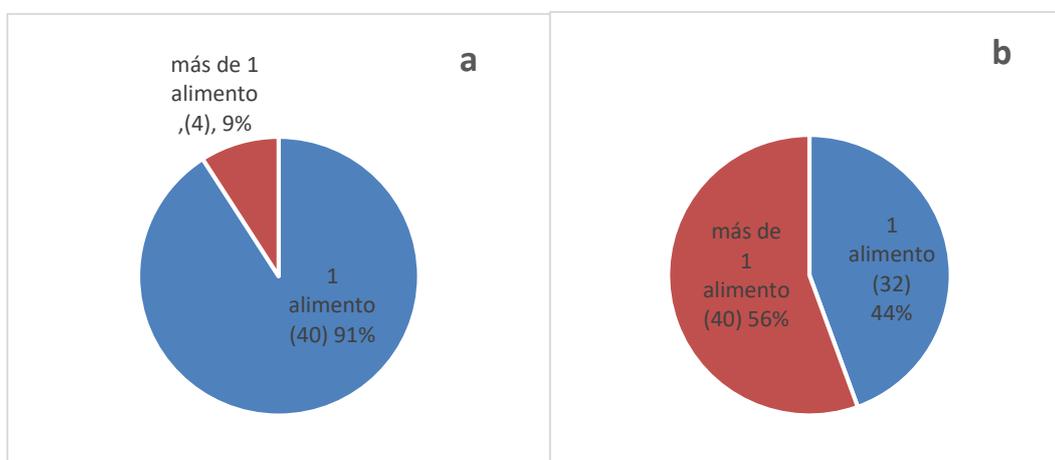


Figura 38 Oferta de alimentos por especie disponible en la época seca (a) y húmeda (b)
(Fuente: Elaboración propia)

Además, la oferta de alimentos por especie es menor en la época seca respecto a la húmeda. Presentándose que, en la época seca, la gran mayoría de especies que proveen alimento para el venado (91%), brindan en esta temporada sólo un tipo de alimento, que en su mayoría corresponden a las hojas. Mientras que, en la época húmeda, el 56% de las especies que brindan alimento para el venado, ofrecen más de un tipo de alimento, representado principalmente por hojas y flores. Así también, al comparar los resultados de ambas época en

términos de cantidad de especies que provee de alimentos al venado cola blanca, en la época seca se presenta una disminución de alrededor del 50% de especies que proveen alimento, frente a la época húmeda (ver figura 38).

Cuadro 20 Calificación de la disponibilidad de alimentos para el venado según la cobertura vegetal y temporada (Fuente: Elaboración propia)

Cobertura vegetal	Disponibilidad de alimentos				Cambio entre épocas
	Época seca		Época Húmeda		%
Bosque de Colina Baja SemiDensa	0.53	Bueno	0.77	Muy bueno	-30.3
Bosque Ribereño	0.52	Bueno	0.89	Excelente	-41.7
Bosque de Colina Media SemiDensa	0.48	Regular	0.91	Excelente	-46.5
Bosque de Loma	0.47	Regular	0.85	Excelente	-44.7
Bosque de Colina Baja Densa	0.44	Regular	0.73	Bueno	-40.3
Bosque de Colina Media SemiDensa con predominancia de ceibos	0.44	Regular	0.85	Excelente	-47.9
Bosque de Colina Media Densa	0.40	Regular	0.78	Muy bueno	-49.0
Bosque de Montaña	0.35	Mala	0.78	Muy bueno	-55.1
Bosque de Sabana	0.30	Mala	0.72	Bueno	-58.2

En base al análisis cuantitativo, la disponibilidad de alimentos para el venado, en la época seca en comparación con la época húmeda, disminuye entre un 30 a 58%, según las coberturas vegetales del área de estudio, sobre todo en los bosques de montaña y bosques de sabana, donde la disponibilidad de alimentos se reduce en más del 50% (cuadro 20).

V. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio permiten colaborar de manera directa al manejo del área bajo contrato de administración, Sector Sauce Grande del CCEA; brindando una herramienta que permitirá fortalecer el monitoreo del estado de uno de los componentes principales del hábitat del venado cola blanca, el alimento. De manera que permita evaluar los resultados de la implementación de estrategias de intervención propuestas para mejorar o mantener el hábitat del venado cola blanca.

Los resultados del presente estudio colaboran directamente a la planificación estratégica del Contrato de Administración del Sector Sauce Grande del CCEA, aportando a dos objetivos específicos del contrato: Objetivo 1: “Mantener el hábitat del venado cola blanca en el ámbito del contrato de administración parcial del sector Sauce Grande, asegurando condiciones idóneas para el acceso al alimento cobertura y agua”; y Objetivo 2: “Promover que la investigación coadyuve al logro de los objetivos de creación y a la gestión del Área Natural Protegida”.

Para el caso del primer objetivo, la presente investigación busca generar información sobre uno de los componentes del hábitat del venado, el alimento, analizando la disponibilidad actual de este recurso para el venado cola blanca durante la época seca, y proponiendo una metodología para monitorearlo en el tiempo, a través de variables que se vienen monitoreando en el área, además de plantear el monitoreo de otras variables que contribuirían a mejorar la aproximación. Dicha información permitirá tomar decisiones para el manejo del hábitat del venado cola blanca en el área de trabajo.

Así también, esta investigación busca aportar a la actualización de las bases de datos biológicos, a través del monitoreo de la disponibilidad de alimentos para la especie de fauna cinegética más importante del área. En vista que la presencia del alimento en el área depende principalmente de las condiciones hidrometeorológicas y las presiones antrópicas. Esta información permitirá contar con información de soporte para verificar el desempeño de las

actividades implementadas para el mantenimiento el hábitat del venado cola blanca, como son el mantenimiento de cercos perimétricos y la actualización de las bases de datos biofísicas.

En cuanto al segundo objetivo, el presente análisis busca promover que la investigación en el área, colaborando al logro de los objetivos de creación y gestión del Coto de Caza El Angolo, en ese sentido el presente estudio ofrece un análisis y sistematización de la información disponible de las parcelas de vegetación en el área de estudio, a fin de evaluar de forma cuantitativa la disponibilidad de alimento para el venado cola blanca, durante la época seca, temporada donde la especie presenta mayor estrés al disponer de recursos vitales limitados.

VI. CONCLUSIONES

La mayor disponibilidad de alimentos para el venado cola blanca, durante la época seca, en el Sector Sauce Grande en el CCEA, se concentra en el Bosque de Colina Baja Semidensa y el Bosque Ribereño. Coincidiendo estas coberturas de vegetación con la presencia y cercanía a los jaguayes (ojos de agua), otro elemento de vital importancia para el hábitat del venado.

Durante la época seca, la mayor parte del Sector Sauce Grande en el CCEA presenta una disponibilidad de alimento con categoría de “Regular Disponibilidad de Alimentos” para el venado cola blanca y sólo un 10% del área, con categoría de “Buena Disponibilidad de Alimentos”. Asimismo, al comparar los resultados entre las épocas seca y húmeda, la disponibilidad de alimentos para el venado en la época seca se reduce sustancialmente frente a la época húmeda, en todas las coberturas vegetales del área de estudio. Reafirmado así la condición limitante del factor alimento en el hábitat del venado, durante la temporada seca.

La disponibilidad del alimento para el venado cola blanca en el área de estudio, un bosque estacionalmente seco, es marcadamente diferente según la temporalidad del análisis. Durante la época seca, la oferta de alimentos, el tipo de alimentos, y la cantidad de especies que proporcionan los alimentos al venado cola blanca, presentan diferencias con respecto a la época húmeda. Es por eso que considerar la estacionalidad en los análisis resulta crucial para el manejo de la especie en este tipo de ecosistema.

VII. RECOMENDACIONES

Continuar con la recopilación de información mediante parcelas de vegetación es clave para entender los procesos ecológicos del área de manejo. Permitiendo así el monitoreo de la salud de ecosistema y de las especies que dependen de él.

Se recomienda recopilar no sólo los datos frecuentemente registrados en las parcelas de vegetación ya levantadas en el área de estudio, sino que consignar además información sobre la fenología de las mismas es muy importante. Esta información permitiría alimentar con información primaria los análisis desarrollados en el presente estudio, en donde se emplearon información secundaria de ambientes cercanos y similares, ante la ausencia de la misma.

Referente a las variables empleadas para evaluar la disponibilidad de alimentos para el venado cola blanca, se recomienda además registrar información sobre los compuestos nutricionales de las especies que sirven de alimento para los venados, tal como lo sugiere Plata *et al.* (2011). Según el mismo autor, a partir de esta variable se podría inferir sobre la calidad de los alimentos. En el presente estudio no se pudo emplear la mencionada variable debido a la ausencia de la información requerida.

En cuanto a la estimación de la biomasa aérea, se recomienda emplear ecuaciones alométricas ajustadas al área de estudio. Sin embargo, para el Perú sólo se encontró una ecuación alométrica genérica, correspondiente a toda la biomasa aérea de la vegetación y con una distribución muy amplia, que alberga toda la costa peruana (Chave *et al.* 2005), agrupando de esta manera distintos ecosistemas como manglares, bosques estacionalmente secos, desierto. Es por eso que en el presente estudio, ante la ausencia de ecuaciones alométricas específicas para el área de estudio, se empleó las ecuaciones alométricas propuestas por Ogawa *et al.* 1965, ya que fueron empleadas anteriormente en la tesis de Abou (2010) para las estimaciones de biomasa aérea en la misma área de estudio.

Luego de más de 25 años de investigación sobre el manejo de fauna silvestre en el Sector Sauce Grande del Coto de Caza El Angolo, donde muchos esfuerzos de investigación se han concentrado sobre todo hacia los estudios sobre la oferta de los componentes del hábitat para el venado cola blanca, se recomienda, continuar con los estudios sobre la oferta, evaluando vacíos y reto de investigación, además de impulsar los estudios sobre la demanda de los componentes del hábitat para la especie, ya que un periodo que puede parecer largo, como más de dos décadas, no necesariamente significa lo mismo en términos de manejo de fauna silvestre.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abou, Y. 2010. Stand structure, natural regeneration and tree growth in the seasonally dry forest of El Angolo, Northern Peru. Tesis Diploma. Stuttgart, Alemania. University of Hohenheim. 158 p.

Aguirre, Z. 2012. Especies Forestales de los Bosques Secos del Ecuador. Guía Dendrológica para su identificación y caracterización. Quito, Ecuador. 140 p. Proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático. MAE/FAO – Filandia.

Ander-Egg, E. 1995. Introducción a las técnicas de investigación social. Buenos Aires, Argentina, Lumen. 270 p.

Banko, G. 1998. A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data and of Methods Including Remote Sensing Data in Forest Inventory. Laxenburg, Austria. 36 p. IIASA Interim Report.

Black Bridge. 2013. Imágenes Satelitales Especificaciones Técnicas. 58 p. Versión 6.0.

BOLFOR, Mostacedo, B. & Fredericksen, T. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 92 p. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR).

Bosch, A; Zisserman, A. & Muñoz, X. 2007. Image Classification using Random Forests and Ferns. Proceeding of the International Conference on Computer Vision: 1–8

Brack, A; Ríos, M. & Reyes, F. 1973. Evaluación y bases para el establecimiento de un coto de caza y un parque nacional en la cordillera de los amotapes (Piura Tumbes). Lima, Perú. 52 p. Dirección General Forestal y Caza – Universidad Nacional Agraria La Molina.

Breiman, L. 2001. Random Forests. Machine Learning 45: 5–32.

Brokx, A. 1984. Chapter 31 South America. *In* Halls, L. (ed). White tail deer ecology and management. Harrisburg, USA, Stackpole Books. p. 525-546.

Burt, W. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy*, 24:346–352

Caruana, R; Karampatziakis, N. & Yessenalina, A. 2008. An Empirical Evaluation of Supervised Learning in High Dimensions. *In* McCallum, A. & Roweis, S. Proceedings of the 25th international conference on Machine learning. Madison, USA. p. 96-103.

CCPTP (Club de Caza, Pesca y Turismo de Piura, Perú). 2016. Informe Quinquenal 2011-2015 del Contrato de Administración Parcial Sector Sauce Grande Coto de Caza El Angolo. Piura, Perú. 58 p.

CCPTP (Club de Caza, Pesca y Turismo de Piura, Perú). 2016b. Plan de manejo cinegético del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus Zimmermann*, 1780) en el Sector Sauce Grande (2016-2020). Piura, Perú. 85 p.

CCPTP (Club de Caza, Pesca y Turismo de Piura, Perú). 2017. Informe Anual del Plan Anual de Manejo del Sector Sauce Grande del Coto de Caza El Angolo. Piura, Perú. 134 p.

CCPTP (Club de Caza, Pesca y Turismo de Piura, Perú). 2017b. Base de datos climáticos de la Estación meteorológica Sauce Grande, periodo 1995 – 2017 (base de datos). Piura, Perú. 1 memoria USB.

CDC – UNALM (Centro de Datos para la Conservación de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú). 1995. Las Áreas Naturales Protegidas del Perú. Lima, Perú. 24 p. Reporte N°5: Coto de Caza El Angolo.

CDC – UNALM (Centro de Datos para la Conservación de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú). 2014. Análisis multitemporal de las Coberturas y Usos de la Tierra, de los distritos de Irazola y Raumondi, Ucayali. Lima, Perú. 35 p. Informe Final.

Chave, J; Andalo, C; Brown, S; Cairns, M. A; Chambers, J. Q; Eamus, D; Fölster, H; Fromard, F; Higuchi, N; Kira, T; Lescure, J.-P; Nelson, B. W; Ogawa, H; Puig, H; Riéra, B. &

- Yamakura, T. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*.145: 87–99
- Daniels, H. 1991. Biología y hábitat del venado caramerudo. *In* El venado en Venezuela: conservación, manejo, aspectos biológicos y legales. Editores. Valencia, Venezuela, Raúl Clemente. p. 59-66. Memoria del Simposio.
- Dasmann, W. 1971. If deer are to survive. Harrisburg, USA, Stackpole Books. 128 p.
- De Young, R. & Miller, K. 2011. Chapter 10 White tailed deer behavior. *In* Hewitt, D (ed.). 2014. Biology and Management of White-tailed deer. Boca Raton, USA, CRC Press. p. 311 – 354
- Di Gregorio, A. & Jansen, L. 1996. Technical document on the Africover Land Cover Classification Scheme. *In* FAO. Africover Land Cover Classification. Roma, Italia. p. 4-33
- DGEVFPN – MINAM (Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural – Ministerio del Ambiente, Perú). 2015. Mapa de Cobertura Vegetal de Perú. Lima, Perú. Esc. 1:100 000. Color.
- Doumanoglou, A; Kim, TK; Zhao, X; Malassiotis, S. 2014. Active Random Forests: An Application to Autonomous Unfolding of Clothes. *In* Proceedings of the European Conference on Computer Vision (ECCV), 8693: 644–658.
- Eastman, R. 2001. IDRISI 32: Guide to GIS and Image Processing. Clark Labs - Clark University. Worcester, USA. 151 p.
- Emmons, L. 1990. Neotropical Rainforest Mammals. Chicago, USA, The University of Chicago Press. p. 162 - 163.
- Fabricante, J; Andrade, L. & Oliveira, L. 2009. Fenología de *Capparis flexuosa* L. (Capparaceae) no Cariri Paraibano. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 4(2):133-139.
- Figallo, C. 1997. Análisis digital de imágenes de satélite para la clasificación del bosque seco del nor-oeste peruano. Tesis Ingeniero Forestal. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 119 p.

Fullbright, T. y Ortega, J. 2007. Ecología y manejo del venado cola blanca. Texas, USA, Texas A&M University Press. 265 p.

Gallina, S. 1994. Uso del hábitat por el venado cola blanca en la Reserva de la Michilia, México. *In* Vaughan, C. y Rodríguez, M.A. (eds). Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica. Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional. p. 299 – 314

Gysel, L. & Lyon, L. 1980. Chapter 19 Habitats analysis evaluation. *In* Schemmintz, S.D. (ed). Wildlife Managment Techniques Manual. Fourth Edition. Washington D.C, USA, The Wildlife Society. p. 305 - 327.

Hall, L; Krausman, P. & Morrison, M. 1997. The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin* 25(1): 173 – 182.

Heffelfinger, J. 2011. Chapter 1 Taxonomy, evolutionary history and distribution. *In* Hewitt, D (ed.). 2014. *Biology and Management of White-tailed deer*. Boca Raton, USA, CRC Press. p. 3 – 42.

INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales, Perú). 2003. Mapa de Bosques Secos departamento de Piura 2000. Lima, Perú. Esc. 1: 350.000. Color.

INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales, Perú). 2005. Plan Maestro del Coto de Caza El Angolo 2005 - 2009. Piura, Perú. 87 p.

Jarvis, A; Reuter, H; Nelson, A. & Guevara, E. 2008. Hole-filled SRTM for the globe (en línea, base de datos). CGIAR. Consultado 14 junio. 2016. Disponible en <http://srtm.csi.cgiar.org/>. Versión 4.

Jiménez Fernández, C. 1983. Población y muestra. *In* Jiménez-Fernández, C; López-Barajas, E. & Pérez-Juste, R. *Pedagogía Experimental II*. UNED. Madrid, España. p. 229-258.

Kerr, J. & Ostrovsky, M. 2003. From space to species: ecological applications for remote sensing. *Trends in Ecology and Evolution* 18(6): 299 - 305

La Torre, A. Rincón, D. & Arnal, J. 2003. Bases Metodológicas de la Investigación Educativa. Barcelona, España, Experiencia S.L. 192 p.

Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los Trópicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas – posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. GTZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, Alemania). Eschborn, Alemania. 335 p.

Lauerer, M; Horna, V; Zimmermann, R; Vásquez, P. & Aas, G. 2007. Wald mit zwei Gesichtern: Pazifischer Trockenwald in Nordwest-Peru. Universität Bayreuth. Bayreuth, Alemania. 23 p.

Leopold, A. 1933. Game management. New York, USA, Charles Scribner's Sons. 481 p.

Liaw A. & Wiener, M. 2002. Classification and Regression by Random Forest. R News 2: 18 - 22.

MAE (Ministerio del Ambiente de Ecuador). 2012. Línea Base de Deforestación del Ecuador Continental. Quito, Ecuador. 32 p. Programa Socio Bosque

Malleux, J. 1982. Inventarios forestales en bosques tropicales. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 441 p.

Marcelo, J; Pennington, R; Reynel, C. & Zeballos, P. 2010 Guía ilustrada de la flora leñosa de los bosques estacionalmente secos de Jaén, Perú. UNALM, Royal Botanic Garden Edinburgh. Lima, Perú. 288 p.

Marchinton, R. & Hirth, D. 1984. Behavior. In Halls, L. (ed.) White-tailed deer: ecology and management. Harrisburg, USA, Stackpole Books. p. 129-168.

Martos, J; Scarpati, M; Rojas, C. y Delgado, G. 2009. Fenología de algunas especies que son alimento para la pava aliblanca *Penelope albipennis*. Revista Peruana Biología. 15(2): 051-058

Matteucci, S. & Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de Estados Americanos. Washington, D.C., USA. 163 p. Programa Regional de Desarrollo Científico Tecnológico. Serie Biología 22.

MINAM (Ministerio del Ambiente, Perú). 2014. Análisis de las Dinámicas de Cambio de Cobertura de la Tierra en la Comunidad Andina. Componente Nacional. Primera Etapa. Lima, Perú. 78 p. Informe Final del Proyecto.

MINAM (Ministerio del Ambiente, Perú). 2014b. Análisis de las Dinámicas de Cambio de Cobertura de la Tierra en la Comunidad Andina. Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial – Ministerio del Ambiente. Lima, Perú. 72 p. Protocolo.

Ogawa, H; Yoda, K; Ogino K. & Kira, T. 1965. Comparative ecological studies on three main type of forest vegetation in Thailand. II Plant biomass. Nature Life in South East Asia 4:49-80

Ojasti, J. & Dallmeier, F. (ed.) 2000. Manejo de Fauna Silvestre Neotropical. Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program. Washington D.C.,USA. 304 p.

Palacios, O. 1994. Geología de los cuadrángulos de Paita, Piura, Talara, Sullana, Lobitos, Quebrada Seca, Zorritos, Tumbes y Zarumilla. INGEMMET (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico). Lima, Perú, Allamanda Editorial. 189 p. Boletín N°54. Serie A: Carta Geológica Nacional.

Pastor, V. 2012. The Influence of climatic conditions on tree ring anatomy of *Loxopterygium huasango* Spruce ex Engl. along a climatic gradient within its natural range in North-West Perú. Tesis Magister Scientiae. Freiburg im Breisgau, Alemania, Albert-Ludwigs Universität Freiburg. 57 p.

Peralvo M. & Delgado J. 2010. Metodología para la generación del Mapa de Deforestación Histórica. MAE (Ministerio del Ambiente) y CONDESAN (Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Ecoregión Andina). Quito, Ecuador. 72 p.

Perichinsky, G. 2007. Clasificación Automática Basada en Análisis Espectral. Caso De Uso: Procedimientos Clasificatorios Aplicado a Asteroides. Tesis Doctor en Ciencias Físicas. La Plata, Argentina, Universidad Nacional de La Plata. 345 p.

Plata, F; Mendoza, G; Viccon, J; Bárcena, R. & Clemente, F. 2011. Comparación de métodos basados en los requerimientos nutricionales y disponibilidad de biomasa para estimar la capacidad de carga para venado cola blanca. Archivos de Medicina Veterinaria 43:41-50

FDA (Fundación para el Desarrollo Agrario, Perú). 2013. Estudio de la Vulnerabilidad e Impacto del Cambio Climático sobre la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas. CDC – UNALM, FEP – UNALM, Escuela de Ingeniería de Antioquia y IRI – Columbia University. Lima, Perú. 115 p. Informe Final.

RAE (Real Academia Española). 2016. Diccionario de la lengua española (en línea, sitio web). 22 ed. Madrid, España. Consultado 14 junio. 2016. Disponible en <http://www.rae.es/>

Regal, F. 2013. Utilización de un Sistema de Información Geográfica en la determinación de la calidad de hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus* Zimmermann, 1780). Tesis Magister Scientiae. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 75 p.

Ríos, J. 1989. Análisis del hábitat del Coto de Caza El Angolo - Piura. Tesis Magister Scientiae. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 267 p.

Sabogal, A. & Zerbe, S. 2005. Asociación de Cactáceas en el Bosque Seco del Norte del Perú: estudios de caso las Lomas, Jaguay Negro y Coto de Caza El Angolo. Zonas Áridas 9: 125-130

Salinas, J. & Salazar, C. 2006. Análisis discriminante con la metodología CART y comparación con el método de Regresión Logística. Anales Científicos de la Universidad Nacional Agraria La Molina 67:1 -24

Sánchez, B. 2011. Plan de manejo del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus mexicanus*), en la comunidad de Aguacatitla, Hgo. Tesis Ingeniero en Restauración Forestal. Chapingo, México, Universidad Autónoma Chapingo. 156 p.

SERNANP (Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Perú). 2005. Plan maestro del Coto de Caza El Angolo 2005- 2009. Piura, Perú. 87 p.

SERNANP (Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Perú). 2012. Compendio de Legislación sobre Áreas Naturales Protegidas. Lima, Perú. 604 p.

SERNANP (Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Perú). 2012b. Plan maestro del Coto de Caza El Angolo 2012- 2017. Lima, Perú. 44 p.

Short, L. 1986. Habitat Suitability Index Models: White-Tailed Deer in the Gulf of Mexico and South Atlantic Coastal Plains. United States Fish and Wildlife Service. Fort Collins, USA. 36 p. Biological Report 82 (10.123).

Sierra Bravo, R. 1988. Técnicas de investigación Social: Teoría y Ejercicios. Madrid, España, Paraninfo. 713 p.

Smith, W. 1991. *Odocoileus virginianus*. Mammalian Species 388: 1-13.

Teer, J. 1994. El venado cola blanca: historia natural y principios de manejo. *In* Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica. *In* Vaughan, C. y Rodríguez, M.A. (eds). Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica. Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional. p. 33 - 47

Tomatis, G. 2008. Informe de Prácticas Pre Profesionales. Lima, Perú. 10 p. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina

Turner, W; Spector, S; Gardiner, N; Fladeland, N; Sterling, E. & Steininger, M. 2003. Remote sensing for biodiversity science and conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 18(6): 306 – 314

UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). 2017. Red List of Threatened Species (en línea, sitio web). Consultado 14 jul. 2017. Disponible en: www.iucnredlist.org. Versión 2017-3. ISSN 2307-8235

Vargas, C. 1988. El sistema de información geográfica en la evaluación y planificación del bosque tropical. *In* FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.). La informática y sus aplicaciones en la Forestería. Roma, Italia. p. 35 – 48.

Vásquez, P; Burneo, F; Canziani, E. y Ríos, J. 2007. Las plantas silvestres en la alimentación del venado cola blanca. Coto de Caza El Angolo – Piura: Guía de campo para su reconocimiento. Centro de Datos para la Conservación – Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 154 p.

Vásquez, P. y Justo, M. 2009. La fauna silvestre del coto de caza El Angolo: una guía para la identificación de las aves. Centro de Datos para la Conservación – Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 200 p.

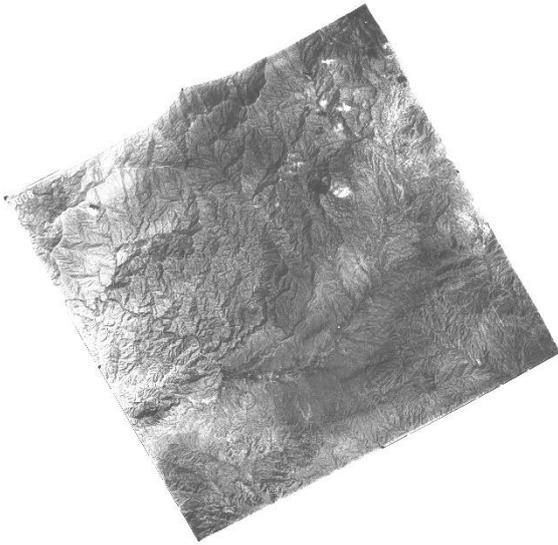
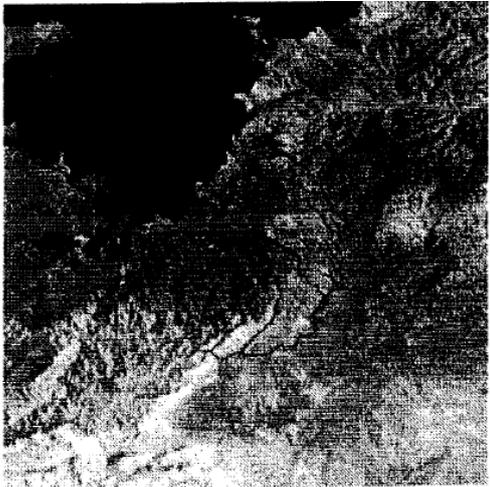
Vásquez, P. & Tovar, A. 1998. Informe Final del XIV Ejercicio de Campo en el Coto de Caza El Angolo, Piura – Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 19 p.

Wickland, D. 1991. Mission to planet earth: the ecological perspective. *Ecology* 72: 1923-1933

Wulder, M; Hall, R; Coops, N. & Franklin, S. 2004. High Spatial Resolution Remotely Sensed Data for Ecosystem Characterization. *BioScience*, 54(6): 511 – 521

IX. ANEXOS

Anexo 1 Evolución de los insumos empleados para la cartografía de la vegetación del Sector Sauce Grande del CCEA

	 <pre> SCALE 1: 1417, 1: 1417 SIZE: .30M, .30M OFFSET: .00M FILE: ANGOLO.PIX DATE: 29-JUN-94 RED: MED EQUALIZACION DE LA BANDA 4 GREEN: MED EQUALIZACION DE LA BANDA 3 BLUE: MED EQUALIZACION DE LA BANDA 2 CANALES 4,3,2 EQUALIZADOS COTO DE CAZA EL ANGOLO (PAGE) </pre>
<p>Fotografía aérea: Proyecto USAF - AF60-17 a</p> <p>Año: 1961</p> <p>Características del lente: LENS SER N° 141</p>	<p>Imagen y sensor: Landsat MSS (<i>Multispectral Scanner</i>)^b</p> <p>Año: 1994</p> <p>Resolución espacial: Tamaño original de los pixeles 79 x 57 metros (remuestreada a 60 m)</p> <p>Resolución espectral: 4 bandas espectrales (2 bandas en la región visible y 2 en la región infrarroja)</p> <p>Resolución temporal: 16 a 18 días</p> <p>Resolución radiométrica: 6 bits</p>

Continuación del cuadro anterior

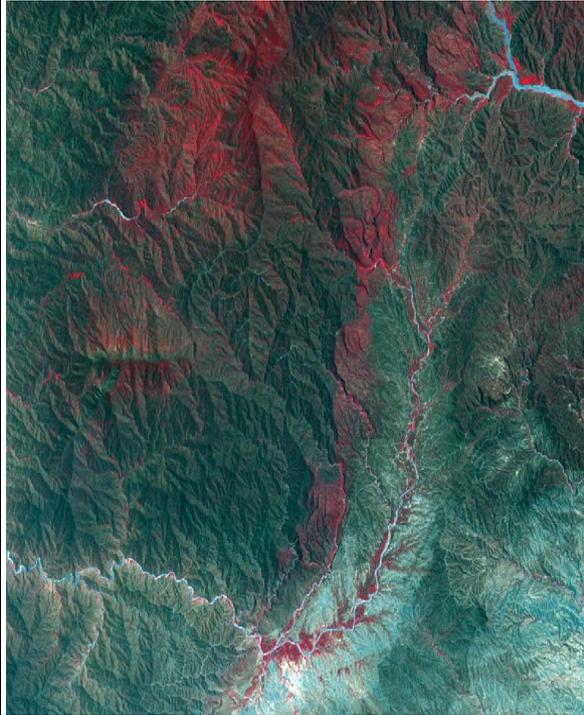
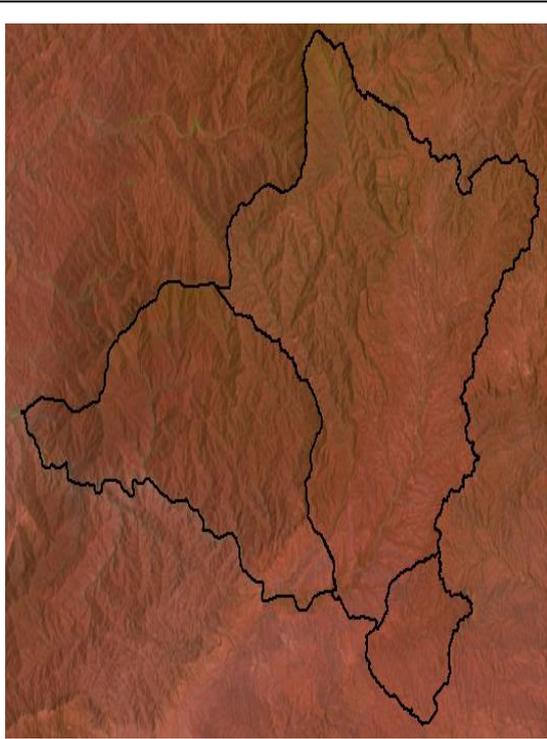


Imagen y sensor: Landsat 7 +ETM
(*Enhanced Thematic Mapper Plus*)^c

Año: 2000

Resolución espacial: píxeles de 30 m.
(Bandas 1 – 5 y 7), 60 m (Banda 6
infrarrojo termal) y 15 m. (Banda 8
pancromática)

Resolución espectral: 8 bandas
espectrales (3 bandas en la región visible, 4
en la región infrarroja y 1 pancromática)

Resolución temporal: 16 días

Resolución radiométrica: 8 bits

Imagen y sensor: ASTER (*Advanced
Spaceborne Thermal Emission and Reflection
Radiometer*)^d

Año: 2004

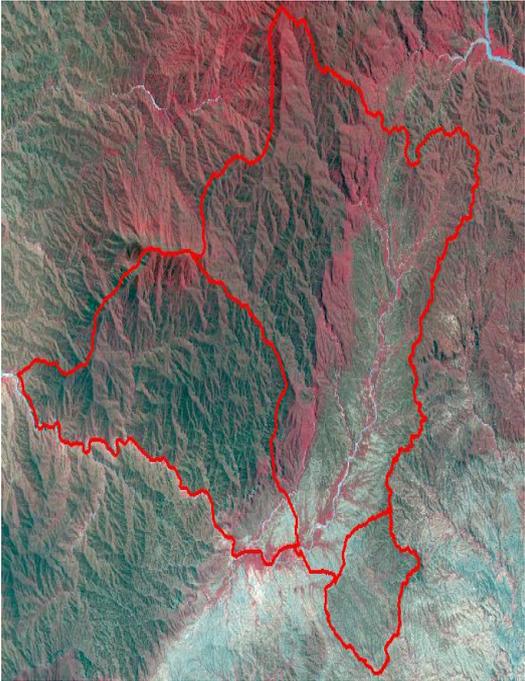
Resolución espacial: píxeles de 15 m.
(Bandas 1-3), 30 (Bandas 4-9) y 90 m (Banda
10-14)

Resolución espectral: 14bandas (3 bandas en
la región visible, 11 en la región infrarroja)

Resolución temporal: 16 días

Resolución radiométrica: 8 bits (Banda 1-9)
y 12 bits (Banda 10-14)

Continuación del cuadro anterior

	
<p>Imagen y sensor: SPOT 5 (<i>Satellite Pour l'Observation de la Terre</i>)^e</p> <p>Año: 2002</p> <p>Resolución espacial: píxeles de 10 m. (Bandas 1 – 4) y 5 m (Banda pancromática)</p> <p>Resolución espectral: 6 bandas (2 bandas en la región visible, 2 en la región infrarroja y 2 bandas pancromáticas)</p> <p>Resolución temporal: 1-4 días</p> <p>Resolución radiométrica: 8 bits</p>	<p>Imagen y sensor: Rapid Eye ^f</p> <p>Año: 2010</p> <p>Resolución espacial: píxeles de 5 m.</p> <p>Resolución espectral: 5bandas (4 bandas en la región visible, 1 en la región infrarroja)</p> <p>Resolución temporal: 1 días</p> <p>Resolución radiométrica: 12 bits</p>

Fuente: Elaboración propia

Fuentes:

^a Proyecto USAF AF-60-17

^b Landsat MSS - *Multispectral Scanner* (Cohen y Goward 2004, University of Maryland 2004, U.S. Department of the Interior et al. 1995 , landsat.gsfc.nasa.gov)

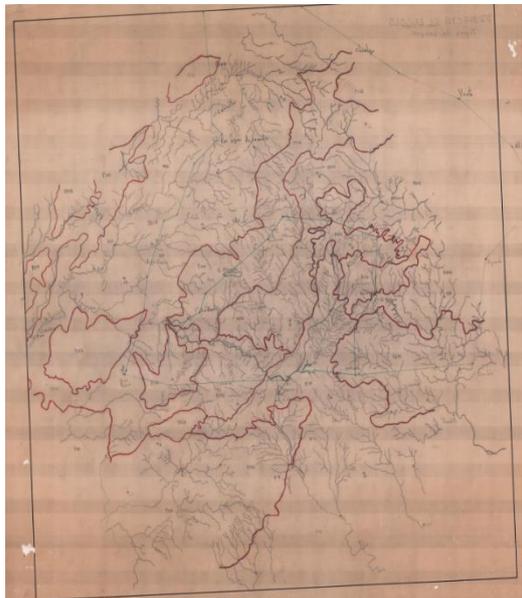
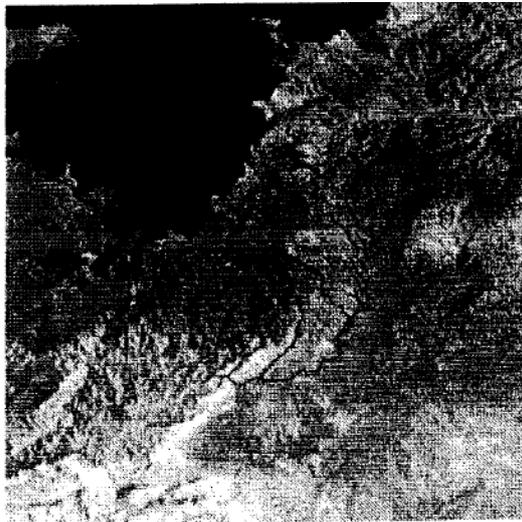
^c Landsat 7 +ETM (*Enhanced Thematic Mapper Plus*) (Cohen y Goward 2004, University of Maryland 2004, U.S. Department of the Interior et al. 1995, landsat.gsfc.nasa.gov)

^d ASTER - *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer* (ERSDAC 2001)

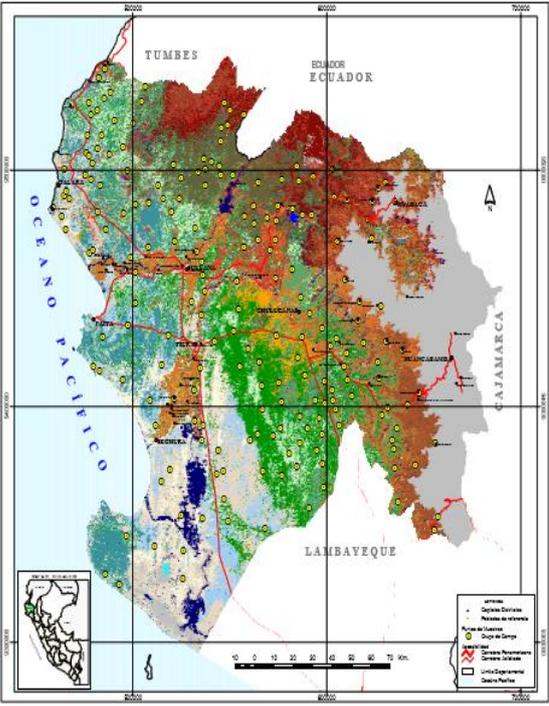
^e SPOT 5 - *Satellite Pour l'Observation de la Terre* (Spot Image 2010, Estes y Loveland 2005) (Astrium 2013)

^f Rapid Eye (BlackBridge 2013)

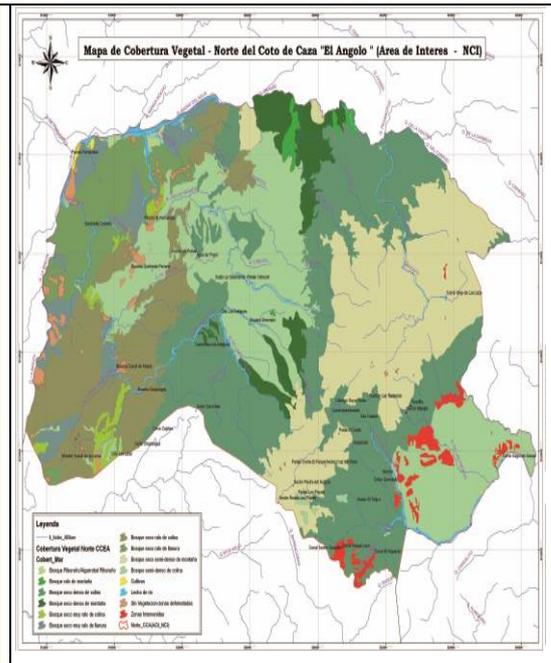
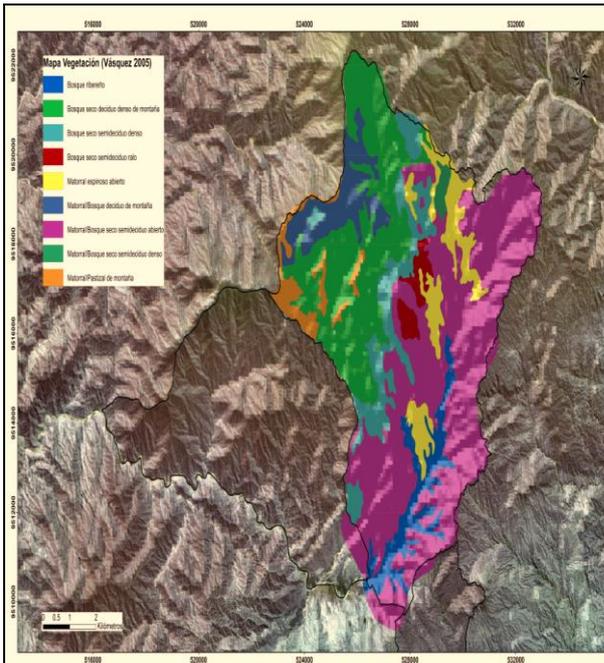
Anexo 2 Evolución de los productos cartográficos de la vegetación del Sector Sauce Grande del CCEA

	 <p>SCALE 1: 1417, 1: 1417 SIZE: .3KM. .3KM OFFSET: . KM. . KM FILE: ANGOLO.PIX RED: MCD :EQUILIZACION DE LA BANDA 4 GREEN: MCD :EQUILIZACION DE LA BANDA 3 BLUE: MCD :EQUILIZACION DE LA BANDA 2 CANALES 4,3,2 EQUILIZADOS COTO DE CAZA EL ANGOLO (PRCE)</p>
<p>Autor y Año: Ríos 1981 (no publicado) Insumo empleado: Fotografía aérea (1961) Técnica de clasificación: Interpretación visual</p>	<p>Autor y Año: Figallo 1997 Insumo empleado: Landsat MSS (1994) Técnica de clasificación: Clasificación no supervisada usando el algoritmo de clasificación <i>Maximum likelihood</i> Escala: 1/115 000</p>

Continuación del cuadro anterior

	
<p>Autor y Año: INRENA, 2003 (Mapa de los Bosques Secos de Piura)</p> <p>Imagen y sensor empleado: Landsat 7 +ETM (2000)</p> <p>Técnica de clasificación: Clasificación mixta: no supervisada (ISODATA) y supervisada</p>	<p>Autor y Año: INRENA, 2005 (Plan Maestro del CCEA 2005-09)</p> <p>Imagen y sensor empleado: No hay información disponible</p> <p>Técnica de clasificación: No hay información disponible</p>

Continuación del cuadro anterior



Autor y Año: Vásquez 2005 (no publicado)

Imagen y sensor empleado: ASTER (2004)

Técnica de clasificación: Interpretación visual

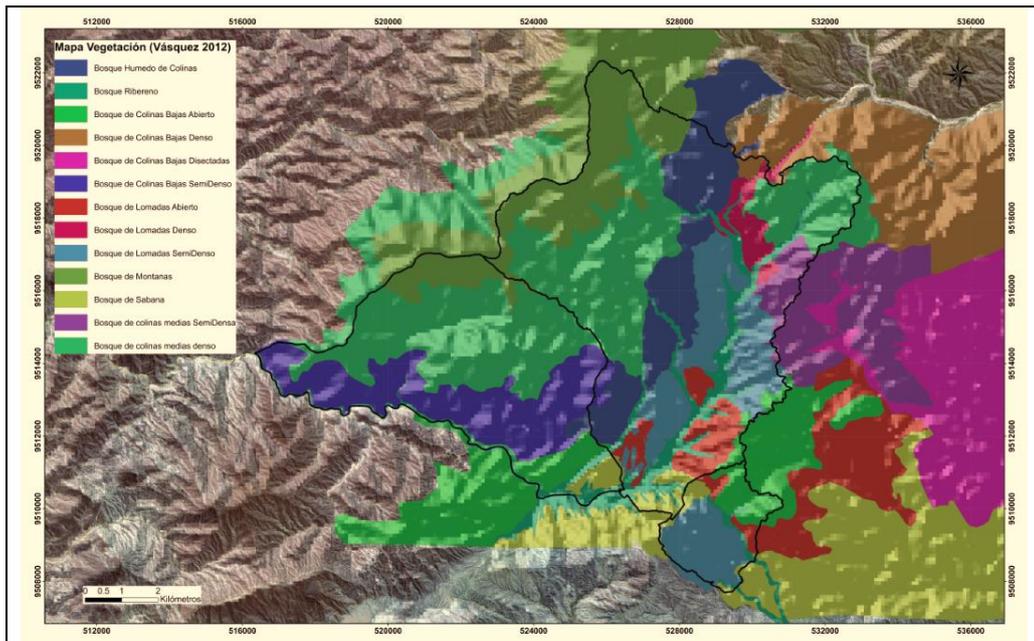
Autor y Año: Naturaleza y Cultura Internacional (NCI), 2012*

Imagen y Sensor empleado: SPOT 5 (2010)

Técnica de clasificación: Interpretación visual

*El mapa de la Cobertura Vegetal del CCEA no se encontró disponible debido a que no fue publicado en el Plan Maestro (2012 - 2017)

Continuación del cuadro anterior



Autor y Año: Vásquez 2012 (no publicado)

Imagen y Sensor empleado: Rapid Eye (2010)

Técnica de clasificación: Interpretación visual

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3 Formato de registro de la información de campo

Ficha de Campo - Disponibilidad de alimento Venado Cola Blanca

Responsable		Foto plot		Dpto.	
Fecha		Biomasa		Provincia	
Coordenadas		Cód. WP		Distrito	
X		Cód. GPS		Referencia	
Y		Error (m)		Transecto	
Altitud		Datum		Zona UTM	
Cobertura vegetal		Fisiografía		Densidad	
Fotos		Observaciones			

N° Cuad	Especie	Hábito de crec.	Estado Feno.	Azimut	Dist. al centro	DAP/ O	° a base	° sup copa	° inf copa	N° Foto

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4 Listado de plantas silvestres que sirven de alimentos para el venado cola blanca en el CCEA

Familia	Nombre común	Nombre científico	Época húmeda					Época seca						
			Alim e.hum	Hojas	Puño	Flores	Frutos	Carne	Alim e.seca	Hojas	Puño	Flores	Frutos	Carne
Fabaceae	Faique,Espino	<i>Acacia macracantha</i>	1	1					1	1			1	
Cactaceae	Cardo maderero	<i>Armatocereus cartwrightianus</i>	1					1	1				1	1
Cactaceae	Cardo azul	<i>Armatocereus oligogonus</i>	1					1	1					1
Malvaceae	Cosa cosa	<i>Bastardia bivalvis</i>	1	1		1			1	1				
Nyctaginaceae	Papelillo	<i>Bougainvillea pachyphylla</i>	1	1					1	1				
Cactaceae	Huachumo	<i>Browningia microsperma</i>	1				1	1	1					1
Burseraceae	Palo Santo	<i>Bursera graveolens</i>	1	1										
Fabaceae	Charan, Pai pai	<i>Caesalpinia paipai</i>	1	1		1			1				1	
Fabaceae	Tara, Taya	<i>Caesalpinia spinosa</i>	1	1		1			1				1	
Capparaceae	Margarito	<i>Capparis eucalyptifolia</i>	1	1		1			1	1				
Capparaceae	Frijolillo, Margarito	<i>Capparis flexuosa</i>	1	1		1			1	1				
Capparaceae	Sapote	<i>Capparis scabrida</i>	1			1			1			1		
Caricaceae	Yuca, yuca de monte	<i>Carica parviflora</i>	1			1			1			1		
Bombacaceae	Ceibo	<i>Ceiba trichistandra</i>	1			1								
Fabaceae	Palo verde	<i>Cercidium praecox</i>	1			1								
Cactaceae	Cardo gateado	<i>Cereus diffusus</i>	1				1	1	1					1
Poaceae	Paja motosa	<i>Chloris virgata</i>	1	1		1								
Polygonaceae	Añalque	<i>Coccoloba ruiziana</i>	1	1										
Cochlospermeaceae	Polo Polo	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	1			1								
Boraginaceae	Overo	<i>Cordia lutea</i>	1	1					1				1	
Boraginaceae	Mote Mote	<i>Cordia polyantha</i>	1	1			1		1	1				
Bombacaceae	Pasallo	<i>Eriotheca ruizii</i>	1	1										
Fabaceae	Porotillo	<i>Erythrina smithiana</i>	1			1								
Moraceae	Higuerón	<i>Ficus padifolia</i>	1				1	1	1				1	

Asteracea	Huayruro	<i>Fulcaldea laurifolia</i>	1				1						
Fabaceae	Almendro, Seca	<i>Geoffroea striata</i>	1	1				1		1			
Boraginaceae	Rabito de alacrán	<i>Heliotropium arborescens</i>	1	1		1			1	1			
Convolvulaceae	Borrachera	<i>Ipomoea carnea</i>	1	1					1	1			
Convolvulaceae	Borrachera cimarrón	<i>Ipomoea phillomega</i>	1	1		1							
Acanthaceae	Ramón	<i>Justicia sp. cf.</i>	1	1		1							
Fabaceae	Chapra	<i>Leucaena trichodes</i>	1	1									
Anacardiaceae	Hualtaco	<i>Loxopterygium huasango</i>	1	1									
Fabaceae	Aserrilla	<i>Mimosa acantholoba</i>	1	1		1							
Fabaceae	Aserrilla	<i>Mimosa myriadena</i>	1	1		1							
Elaeocarpaceae	Cerezo	<i>Muntingia calabura</i>	1				1		1				1
Myrtaceae	Lanche	<i>Myrcianthes discolor</i>	1				1		1				1
Cactaceae	Cardo de penca	<i>Opuntia quitensis</i>	1					1	1				1 1
Poaceae	Paja	<i>Pennisetum occidentale</i>	1	1		1							
Cactaceae	Cardito azul	<i>Pilosocereus tweedyanus</i>	1					1	1				1 1
Nyctaginaceae	Pego pego	<i>Pisonia macranthocarpa</i>	1				1		1				1
Fabaceae	Angolo	<i>Pithecellobium multiforum</i>	1	1			1		1				1
Fabaceae	Chaquiuro	<i>Pithecellobium excelsum</i>	1	1					1	1			
Fabaceae	Algarrobo	<i>Prosopis pallida</i>	1	1			1		1				1
Loranthaceae	Piña	<i>Psittacanthus sp. aff.</i>	1	1		1							
Loranthaceae	Piña	<i>Psittacanthus tumbecensis</i>	1	1		1							
Acanthaceae	Ramón	<i>Ruellia floribunda</i>	1	1		1							
Olaceae	Diente	<i>Schrebera americana</i>	1	1			1						
Scrophulariaceae	Escoba macho	<i>Scoparia dulcis</i>	1	1					1	1			
Loranthaceae	Suelda con suelda	<i>Struthanthus sp.</i>	1	1		1							
Loganiaceae	Ramón	<i>Strychnos castelnaena</i>	1	1		1							
Bignonaceae	Guayacán	<i>Tabebuia chrysantha</i>	1	1		1			1			1	
Bignonaceae	Guayacán	<i>Tecoma weberbaueriana</i>	1	1		1			1		1		

Combretaceae	Huarapo	<i>Terminalia valverdae</i>	1	1					1				1	
Asteracea	Pájaro Bobo	<i>Tessaria integrifolia</i>	1	1										
Acanthaceae	Ramón flor blanca	<i>Tetramerium nervosum</i>	1	1		1								
Bromeliaceae	Achupalla	<i>Tillandsia floribunda</i>	1	1		1			1	1		1		
Bromeliaceae	Achupalla	<i>Tillandsia multiflora</i>	1	1		1			1	1		1		
Bromeliaceae	Salvajina	<i>Tillandsia usneoides</i>	1	1		1			1	1				
Bromeliaceae	Achupalla	<i>Vriesia espinosa</i>	1	1		1			1	1				
Asteracea	Cautivo	<i>Wedelia latifolia</i>	1	1		1			1	1				
Olacaceae	Limoncillo, Resedo	<i>Ximenia americana</i>	1				1							
Rhamnaceae	Ébano	<i>Ziziphus thyriflora</i>	1	1					1				1	
	Tumba jinete		1	1		1			1	1				
	Pava		1	1		1			1	1				
	Chocillo		1	1		1			1	1				
	Correa		1	1		1								
	Palo negro	<i>Waltheria cf. Ovata</i>	1	1		1			1	1				
	Sonajera		1	1		1								
	Flor de verano	<i>Ruprechtia jamesonii</i>	1	1		1								
	Tongo	<i>Pseudosicydium cf. Acariaenthum</i>	1	1		1			1	1				
	Uña de gato	<i>Byttneria glabrescens</i>	1	1					1	1				
	Guayacancillo		1	1		1			1	1				
TOTAL			72	54	0	40	12	6	44	22	2	5	15	6
				48%	0%	36%	11%	5%		44%	4%	10%	30%	12%
				Hojas	Puño	Flores	Frutos	Carne		Hojas	Puño	Flores	Frutos	Carne

Fuentes:

Aguirre, Z. 2012.

Fabricante 2009

Marcelo et al. 2010

Martos 2009

Vásquez et al. 2007

Comunicación personal del Guía de campo

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5 Catálogo fotográfico de las coberturas vegetales del Sector Sauce Grande del CCEA



Bosque de Montaña (Fotografía: Pedro Vásquez Ruesta)



Bosque de Montaña (Fotografía: Rocio Vásquez Jara)



Bosque de Colina Media SemiDensa con predominancia de ceibos (Fotografía: Pedro Vásquez Ruesta)



Bosque de Colina Media SemiDensa con predominancia de ceibos (Fotografía: Rocio Vásquez Jara)



Bosque de Colina Media Semidensa (Fotografía: Pedro Vásquez Ruesta)



Bosque de Colina Media Semidensa (Fotografía: Rocio Vásquez Jara)



Bosque de Colina Media Densa (Fotografía: Rocio Vásquez Jara)



Bosque de Colina Media Densa (Fotografía: Pedro Vásquez Ruesta)



Bosque de Colina Baja SemiDensa (Fotografía: Rocio Vásquez Jara)



Bosque de Colina Baja SemiDensa (Fotografía: Pedro Vásquez Ruesta)



Bosque de Colina Baja Densa (Fotografía: Rocio Vásquez Jara)



Bosque de Colina Baja Densa (Fotografía: Pedro Vásquez Ruesta)



Bosque Ribereño (Fotografía: Pedro Vásquez Ruesta)



Bosque Ribereño (Fotografía: Pedro Vásquez Ruesta)



Bosque de Loma (Fotografía: Rocio Vásquez Jara)



Bosque de Loma (Fotografía: Pedro Vásquez Ruesta)



Bosque de Sabana (Fotografía: Pedro Vásquez Ruesta)



Bosque de Sabana (Fotografía: Rocio Vásquez Jara)