

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

ESCUELA DE POSGRADO

**MAESTRÍA EN CONSERVACIÓN DE RECURSOS
FORESTALES**



**“DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA COBERTURA PARA EL
VENADO COLA BLANCA EN EL COTO DE CAZA EL ANGOLO,
SECTOR SAUCE GRANDE”**

Presentada por:

JUAN ANTONIO SALGADO REDHEAD

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

Lima – Perú

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

ESCUELA DE POSGRADO

**MAESTRÍA EN CONSERVACIÓN DE RECURSOS
FORESTALES**

**"DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA COBERTURA PARA EL
VENADO COLA BLANCA EN EL COTO DE CAZA EL ANGOLO,
SECTOR SAUCE GRANDE"**

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO

MAGISTER SCIENTIAE

Presentada por:

JUAN ANTONIO SALGADO REDHEAD

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Mg.Sc. Víctor Barrena Arroyo

PRESIDENTE

Mg.Sc. Pedro Vásquez Ruesta

ASESOR

Dra. Ethel Rubín de Celis Llanos

MIEMBRO

Dr. Percy E. Zorogastúa Cruz

MIEMBRO

DEDICATORIA

A mi esposa, quien es mi principal guía y fuente de motivación.

A mis hijos, porque todo esfuerzo se hace por ellos.

A mis abuelos, quienes se hubieran sentido orgullosos de presenciar este logro.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor, el Mg.Sc. Pedro Vásquez, por haberme dado su confianza para realizar este trabajo, por sus contribuciones al mismo y por su apoyo constante a lo largo de todo este camino, incluso en los momentos más difíciles. De igual manera, un agradecimiento a todos los profesores miembros de mi jurado de tesis, por sus valiosos comentarios y sugerencias.

Al fondo Lende-Simmons por el financiamiento para la realización del trabajo de campo y publicación del presente estudio.

Al Club de Caza, Pesca y Turismo Piura (CCPT-P) por las facilidades brindadas para el desarrollo del trabajo de campo en el sector Sauce Grande del Coto de Caza El Angolo.

A Máximo Rodríguez “Don Machi”, guía de campo con quien fue posible la realización del muestreo en Sauce Grande.

Al personal Administrativo de la Maestría en Conservación de Recursos Forestales, por su disposición a apoyar en las gestiones que fueron requeridas.

A mis familiares, en especial a mis padres quienes me inculcaron que la educación es lo más importante, y a mis suegros por su aporte continuo y oportuno.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1	EL COTO DE CAZA EL ANGOLO	4
2.1.1	Antecedentes.....	4
2.1.2	Reserva de Biósfera del Noroeste (RBNO)	4
2.1.3	Clima.....	5
2.1.4	Suelos.....	5
2.1.5	Hidrografía.....	5
2.1.6	Flora.....	6
2.1.7	Fauna.....	7
2.2	EL VENADO COLA BLANCA (<i>Odocoileus virginianus</i>).....	7
2.2.1	Distribución y características generales.....	7
2.2.2	Reproducción	8
2.2.3	Organización social.....	8
2.2.4	Alimentación.....	9
2.2.5	Patrones de actividad	9
2.2.6	Requerimiento de cobertura.....	10
2.3	HÁBITAT.....	11
2.3.1	Calidad de hábitat	11
2.3.2	Evaluación de la calidad de hábitat.....	12
2.3.3	Modelos de índices de habitabilidad (HSI).....	12
2.3.4	Aplicación de la metodología HSI en estudios afines	14
2.4	TELEDETECCIÓN ESPACIAL.....	15
2.4.1	Aplicación de la teledetección espacial en estudios afines.....	15
2.5	IMÁGENES SATELITALES <i>PLANETSCOPE</i>	16
2.6	CLASIFICACIÓN DIGITAL DE IMÁGENES DE SATÉLITE	17
2.6.1	Interpretación visual	17
2.6.2	Clasificación temática.....	17
2.6.3	Clasificación supervisada.....	18

2.6.4	Estadísticas de entrenamiento	18
2.6.5	Fase de asignación	19
2.6.6	Verificación de la clasificación.....	20
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
3.1	ÁREA DE ESTUDIO.....	22
3.2	MATERIALES Y EQUIPOS	24
3.3	METODOLOGÍA.....	24
3.3.1	Fases de la construcción de modelos de índices de habitabilidad.	26
3.3.2	Obtención y acondicionamiento de imágenes de satélite <i>Planetscope</i>	26
3.3.3	Definición de las clases de cobertura en el CCEA, Sauce Grande.	26
3.3.4	Regiones de entrenamiento	27
3.3.5	Clasificación supervisada.....	30
3.3.6	Verificación de la clasificación.....	30
3.3.7	Distribución espacial y cuantificación de tipos de cobertura.....	31
3.3.8	Índice de habitabilidad de la cobertura para el venado cola blanca.....	32
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1	CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE ÍNDICES DE HABITABILIDAD	36
4.2	OBTENCIÓN DE IMÁGENES DE SATÉLITE <i>PLANETSCOPE</i>	36
4.3	DEFINICIÓN DE LAS CLASES DE COBERTURA EN EL CCEA, SAUCE GRANDE	37
4.4	REGIONES DE ENTRENAMIENTO.....	41
4.5	MAPA DE CLASIFICACIÓN.....	41
4.5.1	Caracterización de los tipos de cobertura del mapa de clasificación	41
4.5.2	Discusión sobre las clases del mapa de clasificación	44
4.6	VERIFICACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN.....	45
4.7	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y CUANTIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE COBERTURA.....	46
4.7.1	Cuantificación de la cobertura térmica	46
4.7.2	Cuantificación de la cobertura de protección.....	46
4.7.3	Discusión sobre la cuantificación de los tipos de cobertura	47

4.8	ÍNDICE DE HABITABILIDAD DE LA COBERTURA PARA EL VENADO COLA BLANCA.....	51
V.	CONCLUSIONES.....	52
VI.	RECOMENDACIONES	53
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
VIII.	ANEXOS.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Vegetación arbórea y arbustiva predominante del Coto de Caza El Angolo.	6
Tabla 2: Características de las imágenes <i>Planetscope</i>	16
Tabla 3: Matriz de confusión.....	21
Tabla 4: Clases de cobertura en el CCEA, Sauce Grande	27
Tabla 5: Criterios de separabilidad para divergencia transformada	28
Tabla 6: Aptitud de las clases de clasificación para brindar cobertura	32
Tabla 7: Índice de habitabilidad para la cobertura térmica	33
Tabla 8: Índice de habitabilidad para la cobertura de protección.....	34
Tabla 9: Posibles resultados de índice de habitabilidad para el componente cobertura.....	35
Tabla 10: Ejemplos de especies vegetales que conforman las categorías de clasificación .	39
Tabla 11: Separabilidad de firmas espectrales entre regiones de entrenamiento	41
Tabla 12: Superficie ocupada por categoría de clasificación	44
Tabla 13: Tamaño de muestra para cada categoría de clasificación.....	45
Tabla 14: Matriz de confusión para la clasificación supervisada.....	46
Tabla 15: Superficie de la cobertura térmica.....	46
Tabla 16: Superficie de la cobertura de protección	46
Tabla 17: Índice de habitabilidad obtenido por tipo de cobertura.....	51
Tabla 18: Índice de habitabilidad para el componente cobertura.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Componentes de la calidad del hábitat para el Venado Cola Blanca.....	12
Figura 2: Proceso de construcción de modelos de índices de habitabilidad.....	13
Figura 3: Ubicación del Coto de Caza El Angolo, sector Sauce Grande	23
Figura 4: Flujograma de la evaluación de la cobertura para el venado cola blanca	25
Figura 5: Mosaico de imágenes Planetscope en falso color para el área de estudio	29
Figura 6: Índice de habitabilidad de la cobertura térmica	33
Figura 7: Índice de habitabilidad de la cobertura de protección.....	34
Figura 8: Ejemplos de campo de clases de cobertura en el CCEA, Sauce Grande	40
Figura 9: Mapa de clasificación supervisada.....	43
Figura 10: Mapa de distribución espacial de la cobertura térmica	49
Figura 11: Mapa de distribución espacial de la cobertura de protección	50

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Detalle de los puntos de información de campo	61
--	----

RESUMEN

El Coto de Caza El Angolo (CCEA) se encuentra dentro de la ecorregión de bosques secos de Piura y Tumbes en Perú, y se caracteriza por tener un clima cálido y estacionalmente seco. En el sector Sauce Grande de esta área natural protegida, se viene realizando el aprovechamiento cinegético del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). Para realizar un aprovechamiento sostenible de la especie, tomando decisiones adecuadas, es necesario conocer sus requerimientos (o componentes) de hábitat y su estado sobre el área de manejo. El presente estudio tuvo como objetivo determinar si el Coto de Caza El Angolo (CCEA) sector Sauce Grande (zona de estudio) contiene elementos de cobertura sobre su superficie, de manera tal que cubre las necesidades de cobertura del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un momento que representa el final del periodo de la época seca, bajo el enfoque de la metodología de la evaluación de calidad de hábitat, es decir, a través de la estimación de índices de habitabilidad (IH) de los subcomponentes de la cobertura para el venado: cobertura térmica y cobertura de protección. Para obtenerlos, se realizó un análisis espacial basado en la identificación de agregados vegetales con características particulares sobre imágenes satelitales de alta resolución, el cual fue validado mediante un muestreo de campo, y la estimación de las superficies que cada uno de ellos ocupa sobre el área de estudio. Las escalas de índices de habitabilidad (IH) desarrolladas para la evaluación de cada subcomponente, presentan un rango de valores de 0 a 1, donde 0 representa el espacio menos apto, mientras que 1 representa al espacio más adecuado, bueno o idóneo. Los resultados obtenidos indican que el área de estudio presentó un nivel de cobertura que puede considerarse bueno, tanto para la cobertura térmica (36%, IH=1) como para la cobertura de protección (74%, IH=1).

Palabras clave: *Odocoileus virginianus*, hábitat, cobertura, bosque seco, teledetección, *Planetscope*

ABSTRACT

El Angolo Hunting Reserve (CCEA in Spanish) is located amid the ecoregion of dry forests of Piura in Peru, and is characterized by a warm and a seasonally dry weather. In Sauce Grande sector of this protected natural area, the white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) trophy hunting has been taking place. To make a sustainable use of the species, taking accurate management decisions, it is necessary to know its habitat requirements (or components), and their status in the area. The aim of this study was to determine if CCEA contains elements on the surface to bring sufficient cover for white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in a moment that represents the dry season. Habitat Suitability Index (HSI) methodology was considered in this assessment, which consisted in estimating the HSI for each cover's subcomponents: thermal cover and protective cover. A spatial analysis was carried out based on the identification of vegetation aggregates on high resolution satellite images, which was validated by field sampling, and the estimation of the surface that each element occupies in the area. IH metrics were developed for each cover's subcomponent, on a range from 0 to 1, where 0 means the most inadequate amount of space, while 1 means the most adequate, good or ideal space (habitat). Final results indicated that suitability for cover in area of study can be considered good, and it also applies for each subcomponent: thermal cover (36%, HSI=1) and protective cover (74%, HSI=1).

Keywords: *Odocoileus virginianus*, habitat, cover, dry forest, remote sensing, *Planetscope*

I. INTRODUCCIÓN

La cobertura es uno de los cuatro componentes que describen la calidad de hábitat para una especie de fauna en particular. Los otros tres componentes están dados por el agua, el alimento y el espacio o ámbito hogareño (Short 1986, Segura 1995, Delfín-Alfonso y Gallina 2007, Fulbright y Ortega-S. 2007, Regal 2013). En el contexto de la evaluación de la calidad de hábitat, la cobertura está referida a cualquier estructura física o biológica que brinda protección a la especie contra ciertas condiciones, tales como el clima o la presencia de depredadores (Gallina *et al.* 2014).

Para evaluar y caracterizar el hábitat de una especie, se cuenta con metodologías para el desarrollo de modelos de calidad del hábitat. Estos tienen como fin estimar la presencia o abundancia de la especie mencionada, con base en el reconocimiento de elementos del entorno (Gallina y López-González 2011). Una de estas metodologías es la estimación de Índices de Habitabilidad (IH) o Índices de Hábitat Adecuado (*HSI - Habitat Suitability Index* en inglés), la cual consiste en obtener indicadores para cada una de las variables o componentes de la calidad de hábitat que se consideren en la evaluación, y medirlos empleando escalas de indicadores construidas para cada uno de ellos, entre los valores de 0 a 1.

El conocimiento que se tenga acerca del estado de los componentes del hábitat de una especie es de importancia para que el tomador de decisiones lleve a cabo un manejo adecuado del hábitat sobre el área de la que es responsable. En el caso del presente estudio, conocer la distribución espacial de la cobertura para el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), es de interés del Club de Caza, Pesca y Turismo de Piura (CCPT-P), institución encargada de la actual administración del sector Sauce Grande en el Coto de Caza El Angolo (CCEA), y que considera como la especie cinegética de mayor relevancia a la mencionada, la cual es habitual habitante de esta zona (CCPT-P 2016). Un mapeo adecuado de los elementos que brindan cobertura al venado en Sauce Grande funciona como referencia para conocer las áreas en donde se necesitaría tomar acciones de mejora en caso la calidad del hábitat en este componente no se pueda considerar buena.

Cabe mencionar que el Coto de Caza El Angolo es actualmente la única Área Natural Protegida (ANP) que conforma el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE) en Perú, en donde se practica la caza deportiva regulada (SERNANP 2019). Esta ANP se ubica dentro de la ecorregión de bosques secos de Piura y Tumbes (SERNANP 2009), la cual se caracteriza por tener un clima cálido y estacionalmente seco. El aprovechamiento del venado cola blanca de manera cinegética por parte del CCPT-P, en Sauce Grande, ha venido ocurriendo desde 1995 durante las temporadas de cacería anuales, las que coinciden con gran parte de la estación seca.

La cobertura, como componente del hábitat para el venado cola blanca, se ha evaluado en base a sus subcomponentes: cobertura térmica y cobertura de protección. Cada uno de ellos fue representado por más de un tipo de agregados vegetales presentes en el área de estudio, con características fisonómicas y estructurales particulares. Identificar estas estructuras y clasificarlas fue fundamental para luego determinar la superficie que ocupan y su distribución espacial; para ello fue necesario aplicar técnicas de teledetección y análisis espacial. De esta manera se obtuvo parámetros que luego pasaron a ser evaluados según la metodología de modelos de índices de habitabilidad.

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general el determinar la distribución espacial de la cobertura para el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*)¹ en el sector Sauce Grande del Coto de Caza El Angolo, destacándose la vegetación como su componente fundamental. Se tuvo como objetivos específicos el determinar si la vegetación de la zona de estudio cubre las necesidades de cobertura térmica (sombra en horas de mayor radiación solar) y de cobertura de protección para el venado cola blanca (escondites para la rumia diaria o para esconder cervatos), al final de la época seca. El trabajo se ha enmarcado en la metodología para la realización de estudios de calidad de hábitat por medio de la definición de índices de habitabilidad (IH), y puede considerarse que sigue la línea de investigación referida al manejo de recursos como la fauna silvestre en áreas naturales protegidas de uso directo.

¹ Entendiendo como cobertura en términos ecológicos como cualquier modificación en la superficie terrestre que ofrece condiciones particularmente ventajosas para la especie que ocupa este hábitat: cuevas, perchas, madrigueras, sombra, escondite para esconderse o para asechar.

Los resultados de este estudio pueden considerarse como aportes de información para el desarrollo de modelos de calidad de hábitat, pues es integrable con resultados de otros estudios sobre componentes del hábitat en la misma área para la misma especie. Esto significa, por ejemplo, que si se desea elaborar un nuevo estudio de calidad de hábitat para el venado en el CCEA, Sauce Grande, sería necesario únicamente estudiar los otros tres componentes de su hábitat (alimentación, agua, espacio) e integrar el IH del componente cobertura desarrollado en el presente trabajo, para el caso de analizar las mismas imágenes, caso contrario solo se requiere actualizar la información acerca de la cobertura.

La metodología propuesta para el estudio de los subcomponentes de la cobertura para el venado cola blanca (cobertura térmica y cobertura de protección) consta de pasos sencillos y replicables, por lo que podría servir de modelo para su aplicación en ámbitos similares que requieran estudios afines, como por ejemplo para el área total del CCEA, para su zona de amortiguamiento, para áreas protegidas aledañas y para otros ambientes que actualmente sean considerados como lugares de distribución de la especie. Incluso, se podría considerar la aplicación de una metodología similar en el estudio de la cobertura térmica o cobertura de protección para otras especies de fauna silvestre, definiendo estas variables de acuerdo a cada caso.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 EL COTO DE CAZA EL ANGOLO

2.1.1 Antecedentes

El sector Sauce Grande del Coto de Caza El Angolo (CCEA) remonta sus antecedentes al año 1950, cuando, como parte de la propiedad de la Negociación Agrícola Mallares S.A., opera como coto de caza privado. Posteriormente, en 1970, los accionistas de esta negociación donan las 10 280 hectáreas de Sauce Grande a la Dirección de Reforma Agraria y Asentamiento Rural, para el establecimiento de un coto de caza oficial (Céspedes 2017). En 1975, el Coto de Caza El Angolo es establecido formalmente por RS No. 264-75-AG, con una extensión final ampliada a 65 000 hectáreas.

El Club de Caza, Pesca y Turismo – Piura (CCPT-P) es la entidad que actualmente se encarga de la administración del sector Sauce Grande en el CCEA (9 918 ha). Desde la década de 1990 iniciaron las conversaciones con la Dirección General Forestal y de Fauna (a través de su programa Parques Nacionales – Perú) para obtener esta concesión, la cual logran en 1992 por un periodo de 10 años a través de un contrato de concesión. En el año 2002 se aprueba el contrato de administración parcial del sector Sauce Grande del CCEA por un período de 20 años. De acuerdo a los términos del contrato, este periodo comenzó el 1ro de enero de 2006 (CCPT-P 2016).

2.1.2 Reserva de Biósfera del Noroeste (RBNO)

Esta reserva fue reconocida por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO en inglés) en 1977 en el marco de su Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB). Inicialmente, la RBNO era integrada por el Parque Nacional Cerros de Amotape, el Coto de Caza El Angolo y la Zona Reservada de Tumbes. A partir del 2016 la RBNO fue redelimitada y la conforman el Parque Nacional Cerros de Amotape, El Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes, la Reserva Nacional de Tumbes y como zona de amortiguamiento, el Coto de Caza El Angolo (SERNANP 2018).

2.1.3 Clima

El CCEA se encuentra dentro de la ecorregión de bosques secos de Piura y Tumbes (SERNANP 2009). Ésta presenta un clima cálido y estacionalmente seco, y se caracteriza por dos estaciones bien marcadas: una seca, comprendida generalmente entre los meses de mayo a noviembre, y una lluviosa entre los meses de diciembre a abril (Céspedes 2017). En época de lluvias, muchas quebradas transportan un importante caudal de agua corriente, las mismas que disminuyen significativamente durante la estación seca, quedando tan solo algunos jaguayes (ojos de agua) importantes como fuentes de agua para los animales. De acuerdo a la estación meteorológica de Sauce Grande, se ha registrado una precipitación media anual de 476,2 mm y una precipitación anual máxima de 1 897,9 mm durante el periodo 1996 – 2015 (CCPT-P 2016).

Con respecto a la temperatura, la estación Sauce Grande, ha registrado una temperatura máxima de 42,9°C, una temperatura mínima de 12,4°C y una media anual de 22,95 °C entre los años 1995 a 2015. La humedad relativa para el mismo período osciló entre los 18 por ciento y 100 por ciento, con un promedio de 70,26 por ciento (CCPT-P 2016).

2.1.4 Suelos

Los grupos de suelos predominantes son los vertisoles y yermosoles. Los vertisoles son los que principalmente mantienen la biomasa del bosque y se caracterizan por la presencia de arcillas que con los cambios de humedad se pueden expandir o contraer. Por otro lado, los yermosoles constan de un horizonte A poco profundo y desarrollado, en donde predomina el sulfato de calcio y magnesio en los 10 cm de profundidad inicial (MINAG 2005).

Con respecto a este tema, MINAG (2005) también indica lo siguiente: «*En la provincia de Talara los suelos son de textura media a ligera, con drenaje moderado a lento y en gran extensión afectados por sales. Por otro lado, en la provincia de Sullana, la textura de los suelos varía de franco arcillo limoso a franco arcillo arenoso, o arcillo limoso a franco arcillo arenoso, o arcillo limoso y en algunas zonas franco limoso (zona de Salitral)*».

2.1.5 Hidrografía

El CCEA puede subdividirse desde la perspectiva hidrológica en tres cuencas:

- Cuenca Fernández (Quebradas: De las Flores y Madre de las Aguas).
- Cuenca Pariñas (Quebradas: Barbacoas y El Muerto).
- Cuenca Chira (Quebradas: La Ramadita, Gritón, El Overal y Huatería).

El área materia del contrato de administración está ubicada sobre la cuenca Pariñas, cubriendo casi la totalidad de la cuenca de la quebrada El Espino - Barbacoas - Angolo. No se han realizado estudios hidrológicos puntuales para los cursos de agua del CCEA, pero se conoce que ninguno cuenta con caudal constante a lo largo del año. Además, los ciclos anuales de lluvias suelen alternar períodos de lluvias de alta intensidad con períodos secos. Durante el estiaje, es común observar que las quebradas cuentan con escorrentía limitada a ciertos tramos, la que discurre sobre estratos impermeables para luego desaparecer ni bien alcanzan áreas de terreno permeables (MINAG 2005, CCPT-P 2016, Céspedes 2017).

2.1.6 Flora

Las comunidades vegetales presentes en el Coto de Caza El Angolo corresponden a las de bosque estacionalmente seco y están compuestas por árboles deciduos, semideciduos y arbustos. Durante la época de lluvias, el bosque cambia de fisonomía, el herbazal se vuelve abundante (alcanzando hasta un metro de altura) y los árboles se cubren de hojas (MINAG 2005, CCPT-P 2016, Céspedes 2017).

La vegetación arbórea y arbustiva predominante en el CCEA de acuerdo a la altitud, se puede apreciar en la tabla siguiente:

Tabla 1: Vegetación arbórea y arbustiva predominante del Coto de Caza El Angolo

Altitud	Especies
< 400 msnm	Árbol: <i>Prosopis pallida</i>
130 – 600 msnm	Árboles: <i>Prosopis pallida</i> , <i>Loxopterigium huasango</i> , <i>Capparis scabrida</i> y <i>Caesalpinia paipai</i> Arbustos: <i>Ipomoea carnea</i> y <i>Cordia lutea</i> Cactáceas: <i>Cereus difusus</i> y <i>Neoraimondia arequipensis</i>
> 600 msnm	Árboles: <i>Cochlospermum vitifolium</i> , <i>Bursera graveolens</i> y <i>Erythrina smithiana</i> . Arbustos: <i>Mimosa myriadena</i> , <i>M. acantholoba</i> y <i>Byttneria glabrescens</i> .
> 700 – 750 msnm	Árboles: <i>Eriotheca ruizii</i> , <i>Ceiba trichistranda</i> , <i>Geoffroea striata</i> y <i>Terminalia valverdae</i> . Epífitas: <i>Tillandsia usneoides</i> , <i>Tillandsia spp.</i> cubriendo principalmente a <i>E. ruizii</i> y a <i>C. trichistranda</i> .
600 – 900 msnm Zonas ribereñas	Árboles: <i>Ficus padifolia</i> , <i>Styrax tarapotensis</i> , <i>Celtis iguanea</i> , <i>Cestrum auriculatum</i> , <i>Acnistus arborescens</i> , <i>Muntingia calabura</i> y <i>Acacia macracantha</i> .
> 800 msnm	Árboles: <i>Myrcianthes discolor</i> , <i>Styrax tarapotensis</i> , <i>Psidium guajaba</i> , <i>Capparis prisca</i> y <i>Fulcaldea laurifolia</i> .

Fuente: Adaptado de Barrio et al. (2015)

2.1.7 Fauna

En el Coto de Caza El Angolo, debido a su ubicación geográfica y a las condiciones climáticas, pueden presentarse especies de fauna silvestre características del bosque húmedo tropical, del desierto costero y de ambientes altoandinos. Además, en este lugar existe un considerable número de especies cuya distribución está restringida al Centro de Endemismos de Tumbes. Por ejemplo, de las 55 especies de aves que se han identificado para esta zona de endemismos, 41 se pueden encontrar en el CCEA; y de este número de especies, 14 están catalogadas oficialmente como amenazadas (MINAG 2005, CCPT-P 2016).

Para el CCEA, se ha reportado la presencia de 40 especies de mamíferos, 196 de aves, 16 de reptiles, 7 de anfibios y 3 de peces. Entre las especies de fauna cinegética presentes se puede encontrar al venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), al puma (*Puma concolor*) y al sajino (*Pecari tajacu*), siendo el venado la especie de mayor relevancia y la única aprovechada en la actualidad (CCPT-P 2016). Otras especies representativas del sector son el zorro costero (*Pseudalopex sechurae*), el cóndor andino (*Vultur gryphus*), el buitre real (*Sarcoramphus papa*), el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), los pacazos (*Iguana iguana*), las iguanas de tierra (*Callopistes flavipunctatus*) y la ardilla nuca blanca (*Simosciurus neboxii*) (MINAG 2005, Vásquez y Justo 2009, CCPT-P 2016).

2.2 EL VENADO COLA BLANCA (*Odocoileus virginianus*)

2.2.1 Distribución y características generales

El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) se encuentra ampliamente distribuido desde Canadá hasta el centro de los andes en América del Sur. En latitudes sureñas se le encuentra desde tierras bajas tropicales (aproximadamente a nivel del mar) hasta áreas mixtas de bosque y arbustos en los Andes de Colombia, Perú, Ecuador y Bolivia (Gallina *et al.* 2009). Esta especie presenta 8 sub especies en Sudamérica, siendo *Odocoileus virginianus peruvianus* la que ocupa el extremo meridional de esta distribución (CCPT-P 2011). En el Perú, se le encuentra en los bosques secos del noroeste y en los valles de la vertiente occidental de los andes e interandinos (CCPT-P 2016), desde aproximadamente el nivel del mar hasta los 4 000 m.s.n.m. (Brokx 1984, Gallina *et al.* 2009). Este animal se caracteriza por presentar un mechón de pelos blancos en la parte interior de la cola, que levanta como signo de alerta para el resto de individuos cuando se encuentra en una situación de peligro (lo que explica su nombre común) (López 2014).

Las subespecies de venados cola blanca de mayor tamaño suelen encontrarse a mayores latitudes (norte) o a mayores elevaciones, mientras que las subespecies más pequeñas se encuentran en latitudes cerca al Ecuador y a baja altitud (Smith 1991). Los rangos de tamaño a los que pueden llegar los venados son: largo total, 104-240 cm y altura al hombro, 53,3-106,7 cm (Gallina *et al.* 2009). En regiones de Estados Unidos y Canadá, los venados pueden alcanzar pesos entre 90 a 135 Kg (Smith 1991), sin embargo, los venados de cola blanca que viven en zonas tropicales y subtropicales de bajas altitudes, al ser más pequeños alcanzan pesos alrededor de los 50 Kg los machos y 20 a 40 por ciento menos las hembras (Albuja 2007, Gallina *et al.* 2009).

2.2.2 Reproducción

En Perú, el venado cola blanca presenta características de especie poliéstrica continua, es decir, se reproduce durante casi todo el año (Galindo-Leal y Weber, 1998). Las hembras llegan a la madurez sexual al año de edad, pero se aparean por primera vez entre los 16 a 18 meses. Los machos alcanzan la madurez sexual entre los 7 y 8 meses de edad (Verme y Ullrey 1984, Galindo-Leal y Weber 1998), sin embargo alcanzan la madurez reproductiva al año y medio de edad (Smith 1991).

Observaciones en cautiverio señalan que la gestación dura entre 196-205 días. El parto ocurre en lugares aislados y protegidos, y concluye en menos de 20 minutos (en el caso de partos gemelares). La lactancia se inicia a los pocos minutos con calostro, y este periodo dura hasta que las crías tienen alrededor de 4-5 meses de edad. Las hembras son 100 por ciento responsables del cuidado de la cría (Galindo-Leal y Weber 1998).

2.2.3 Organización social

Según Marchinton y Hirth (1984), los venados forman dos tipos de grupos sociales: (1) grupos familiares liderados por una matriarca y (2) grupos fraternales compuestos por adultos o machos jóvenes. Los machos se asocian en grupos mixtos de edad durante el periodo no reproductivo, y luego tienden a ser solitarios. Durante la reproducción, se forman parejas heterosexuales temporales. Otros autores señalan que la concurrencia de varios venados a lugares de alimentación no debe interpretarse como un comportamiento gregario de la especie, sino como encuentros circunstanciales de individuos (Rodríguez 2016).

2.2.4 Alimentación

El venado cola blanca es un rumiante con un típico estómago compuesto, el cual es muy selectivo en su alimentación (Gallina *et al.* 2009). Respecto a su dieta, al venado se le considera “ramoneador” (Weber 2014), pues consume en mayor proporción material vegetal leñoso proveniente de árboles y arbustos (Galindo-Leal and Weber, 1998), aunque también consume una amplia variedad de otros alimentos. Son herbívoros que tienden al consumo de una amplia diversidad de especies vegetales y partes de plantas que incluyen hojas, tallos, frutos y semillas. Se ha identificado en el Coto de Caza El Angolo, Sector Sauce Grande, 62 especies vegetales (29 árboles, 12 arbustos, 6 cactáceas, 4 epífitas, 8 herbáceas y 3 parásitas arbustivas) que son parte de la alimentación del venado cola blanca en este lugar (Vásquez *et al.*, 2007).

Las necesidades de agua del venado cola blanca varían según factores tales como temperatura, succulencia de la vegetación y estado fisiológico del animal. En algunos lugares, la distribución del venado está relacionada con la disponibilidad de agua superficial (Fullbright and Ortega-S, 2007).

2.2.5 Patrones de actividad

El venado cola blanca es un animal tímido, sigiloso y elusivo (Olson 1992). Se conoce que presenta mayor actividad durante la mañana y en el crepúsculo, sin embargo un estudio reciente sobre patrones de actividad de la especie en el CCEA, Sauce Grande empleando cámaras trampa (Castillo 2020), concluye que el rango predominante de actividad en esta zona fue entre las 7:00 y las 11:00 horas.

Esta especie desarrolla sus actividades en un ámbito hogareño definido (en espacio y tiempo), sin embargo no es territorial (Gallina *et al.* 2009). El ámbito hogareño del venado cola blanca es variable, pues la cantidad de espacio requerido por él, dependerá de factores como el sexo, la edad, la estación del año, la productividad del hábitat, entre otros (Fullbright y Ortega-S. 2007). Los machos presentan mayor tendencia a dispersarse en un territorio que las hembras. Estos cambian su ámbito de acción a la edad entre 1-3 años a fin de formar nuevas subpoblaciones; esta parece ser una estrategia de la especie para evitar la consanguinidad (Galindo-Leal y Weber 1998). Asimismo, estos autores consideran que el venado presenta lo que denominan “territorialidad facultativa”, es decir, que los machos defienden ciertos espacios sólo durante el periodo reproductivo.

2.2.6 Requerimiento de cobertura

El término cobertura enfocado a estudios de fauna hace referencia a cualquier estructura física o biológica que brinda protección contra las condiciones del entorno, tales como el clima o los depredadores (Gallina *et al.* 2014). Por ejemplo, especies leñosas, suculentas, pastos altos, herbáceas y la topografía del lugar son capaces de proporcionar cobertura al venado. (Fulbright y Ortega-S. 2007).

Los requerimientos de cobertura para el venado cola blanca se circunscriben a dos principales categorías: cobertura de protección y cobertura térmica (Olson 1992).

a. Cobertura de Protección

La cobertura de protección, en el contexto del manejo de la fauna silvestre, es una característica del hábitat que alberga a los animales y los protege de depredadores, incluyendo el ser humano (Ojasti 2000). La cobertura de protección evita que el venado gaste energía innecesariamente en escapar de depredadores u otras amenazas (Gallina *et al.* 2014). Asimismo, protege a las hembras en parición y a sus cervatos de los peligros mencionados.

Como cobertura de protección, al venado le es útil la vegetación arbustiva densa (Short 1986, Fulbright y Ortega-S. 2007). Un estudio de Bello-Gutiérrez *et al.* (2015) menciona que sitios con cobertura de protección para el venado cola blanca, se encuentran especialmente en estrato de bosque bajo. Asimismo, Hernández-Silva *et al.* (2010) relacionan echaderos con vegetación arbustiva densa como sitios preferidos de cobertura de protección para venados machos y hembras. Fulbright y Ortega-S. (2007) han sugerido que la cobertura de protección ideal para el venado, en condiciones de baja disponibilidad de herbáceas y temperatura ambiental media anual mayor a 21°C, debe ser de aproximadamente el 60 por ciento del territorio, en un rango aproximado de entre el 40 al 80 por ciento. Fuera de este rango, la cobertura solo puede considerarse regular o no apta.

b. Cobertura Térmica

La cobertura térmica es la que, por ejemplo, debe estar disponible para proteger del calor y los insectos al venado durante el verano (Olson 1992), o principalmente cuando las temperaturas son extremas (Fulbright y Ortega-S. 2007). Mysterud y Ostbye (1999) mencionan que numerosos estudios han documentado de qué manera los cérvidos utilizan la cobertura térmica para aliviarse del estrés por calor o por frío, incluyendo estudios en venados de cola blanca.

La cobertura térmica para el venado puede ser relacionada a la presencia de cobertura arbórea y/o cobertura arbustiva perennifolia en determinado lugar. Esta relación ha sido mencionada por Fulbright y Ortega-S. (2007), cuando refieren que la sombra de árboles y de vegetación arbustiva puede ser muy importante para la regulación de la temperatura de los venados, en especial cuando la temperatura del ambiente es elevada. En el caso del CCEA se puede considerar como elementos con aptitud para proporcionar cobertura térmica al venado cola blanca a la vegetación arbórea perennifolia, a la vegetación arbustiva perennifolia y a la vegetación arbórea con plantas epifitas sobre ésta (Vásquez 2018 comunicación personal).

Para la elaboración de un modelo de evaluación de hábitat para el venado en México, Delfín-Alfonso y Gallina (2007), consideraron que la cobertura térmica adecuada para el venado cola blanca es aquella en la que el terreno cuenta con por lo menos el 20 por ciento de cobertura arbórea y/o arbustiva perennifolia para ser usada con este fin. Esta proporción de área de cobertura térmica también es mencionada por Short (1986) en sus estudios de calidad de hábitat para el venado cola blanca en regiones del golfo de México y planicies costeras sud atlánticas de Estados Unidos.

2.3 HÁBITAT

Krausman (1999) define al hábitat para cualquier organismo como un área donde los recursos (cobertura, agua y alimento) y condiciones del entorno (precipitación, temperatura, depredadores) se encuentran presentes, de manera que le permite a éste sobrevivir y reproducirse.

2.3.1 Calidad de hábitat

Hall *et al.* (1997) han definido la calidad de hábitat como lo referido a cuan capaz es determinado ambiente de dar condiciones apropiadas a una especie para su persistencia como individuo o como población. En el caso del venado cola blanca, diversos autores (Short 1986, Segura 1995, Delfín-Alfonso y Gallina 2007, Fulbright y Ortega-S 2007, Regal 2013) han señalado que la calidad de su hábitat está determinada por los siguientes componentes: alimento, cobertura, espacio y agua (Figura 1).

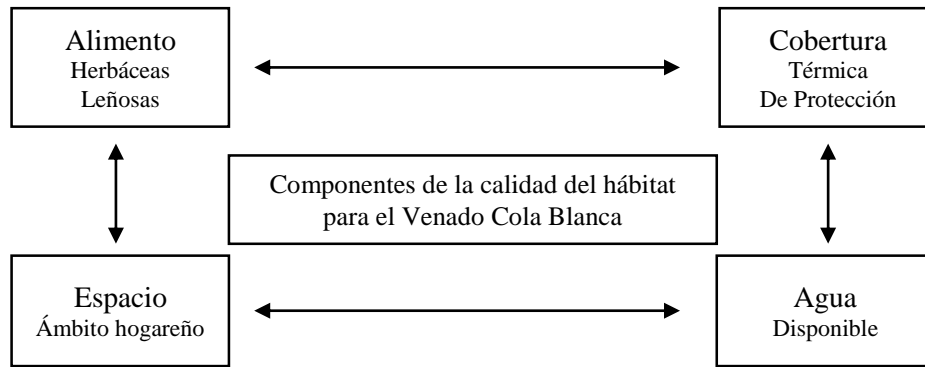


Figura 1: Componentes de la calidad del hábitat para el Venado Cola Blanca

Fuente: Fulbright y Ortega-S. (2007)

Las estrategias de manejo de cualquier especie deben considerar los cuatro componentes y no solo parte de ellos, pues esto puede crear desbalances en el hábitat, con su consecuente degradación (Fulbright y Ortega-S 2007).

2.3.2 Evaluación de la calidad de hábitat

Como metodologías para la evaluación de ecosistemas, el Servicio de Pesca y Caza de Estados Unidos (*U.S. Fish and Wildlife Service*) considera las siguientes: Análisis del flujo de energía (análisis de como la energía fluye a través de un sistema y como esta es empleada y transformada por sus componentes, en sus distintos niveles tróficos); estimación de la población (obtención de información del tamaño de poblaciones de especies de interés, y de sus cambios, la cual puede ser directa o indirecta); y evaluación de la calidad del hábitat. Esta última consiste en la estimación de Índices de Habitabilidad o de Hábitat Adecuado (*HSI - Habitat Suitability Index* en inglés), y fue desarrollada en 1981 por la misma agencia. Esta metodología tiene como fundamento que cada especie requiere de un hábitat en particular, que le pueda proveer de espacio, alimento, cobertura y otros requerimientos para su sobrevivencia. Mucha de la variabilidad observada en el número de individuos dentro de poblaciones se debe a la disponibilidad de los requerimientos mencionados, por lo que para evaluar la calidad del hábitat en este lugar, se debe encontrar la manera más apropiada de medir cada uno de los requerimientos por medio de índices (USFWS 1980).

2.3.3 Modelos de índices de habitabilidad (HSI).

Para la construcción de modelos de índices de habitabilidad (*habitat suitability index models* en inglés) el Servicio de Pesca y Caza de Estados Unidos (*U.S. Fish and Wildlife Service*) ha desarrollado un estándar, en el que se recomienda desarrollar 5 fases o etapas (Figura 2),

sin embargo, se menciona que no siempre es necesario tomar este proceso como una secuencia definida, ni tampoco independiente de pasos a seguir (USFWS 1981).

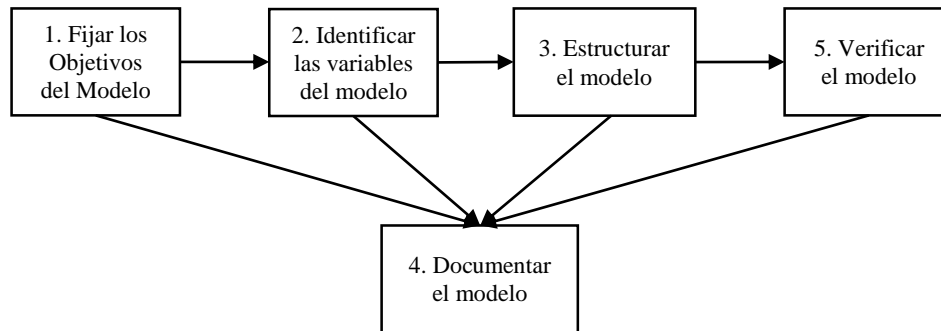


Figura 2: Proceso de construcción de modelos de índices de habitabilidad

Fuente: USFWS (1981).

Esta metodología consta de lo siguiente:

1) Fijar los objetivos del modelo.

Para fijar los objetivos del modelo, se debe definir lo siguiente:

A. Definir los resultados del modelo:

En un caso ideal, el resultado esperado vendrá de una escala de 0 a 1 que tiene una relación lineal directa con la capacidad de carga. Sin embargo, al ser los resultados de un modelo ideal difíciles de obtener, se debe definir un resultado más fácilmente obtenible de acuerdo a la información disponible, la que puede incluir la proveniente de expertos en la especie de estudio.

B. Definir el área geográfica de aplicación del modelo:

Consiste en definir el ámbito geográfico para el que el modelo va a ser aplicable o válido, de manera que exista la oportunidad de obtener resultados de índices confiables.

C. Definir la aplicabilidad estacional del modelo:

Consiste en definir la temporada o periodo estacional para el que el modelo podrá ser aplicado. Esto es importante incluso si se sabe que la especie en estudio es un residente permanente del área.

2) Identificar las variables del modelo.

Las variables a seleccionar deben ser lo suficientemente aplicables a la especie, y representar sus requerimientos, de manera que puedan contestar la pregunta ¿Qué variables del ambiente podrían afectar la capacidad del hábitat para contener a la especie en evaluación, si se

modifican? Las variables que soportan al modelo deben poder ser medibles bajo condiciones existentes y poder ser estimadas en condiciones futuras.

Para identificar apropiadamente variables para un modelo de índices de habitabilidad, se debe tener en cuenta los siguientes criterios: (1) las variables deben estar relacionadas a la capacidad del hábitat de contener a la especie. (2) debe haber por lo menos un entendimiento básico de la relación de la variable con el hábitat. (3) la variable es sencilla de medir, dentro de las limitantes de la aplicación del modelo.

3) Estructurar el modelo.

Cada variable identificada en la fase 2, debe ser combinada con el resto de variables del modelo para producir un índice de habitabilidad. Esto puede ser logrado definiendo relaciones entre las variables, las que pueden expresarse a través de gráficos, afirmaciones o ecuaciones matemáticas.

4) Documentar el modelo.

Esta fase es transversal al resto, pues a medida que se va desarrollando el modelo, se debe ir recabando y documentando la información y los resultados obtenidos a modo de secuencia de pasos.

5) Verificar el modelo.

El propósito de esta fase es asegurar que el modelo va a producir los resultados con un nivel de aceptación suficiente, ya establecido en la primera fase. La verificación equivale a una revisión de la calidad del modelo propuesto.

2.3.4 Aplicación de la metodología HSI en estudios afines

Referencias del desarrollo de modelos de índices de habitabilidad (IH), empleando la metodología del Servicio de Pesca y Caza de Estados Unidos (*U.S. Fish and Wildlife Service*) para la evaluación de la calidad del hábitat de una especie, pueden encontrarse en el trabajo de Delfín-Alfonso y Gallina (2007) sobre la generación de un modelo de evaluación de hábitat para el venado cola blanca en un bosque tropical caducifolio en Puebla, México; en el trabajo de Delfín-Alfonso *et al.* (2009) sobre la evaluación del hábitat del venado cola blanca en el centro de Veracruz, México; en la tesis de Regal (2013) sobre la determinación de la calidad de hábitat del venado cola blanca en el CCEA, Sauce Grande; y en la tesis de Lajo (2017) sobre la determinación de la calidad del hábitat de la ardilla nuca blanca (*Simosciurus neboxii*) en bosque seco y áreas urbanas.

2.4 TELEDETECCIÓN ESPACIAL

Por medio de sensores remotos instalados en diversas plataformas, que van desde aeronaves (tripuladas o no) hasta satélites espaciales (no geoestacionarios), la energía proveniente de la superficie de la tierra es captada y empleada en la construcción de imágenes que representan lo ubicado debajo de éstos. En principio, cualquier energía de la superficie puede ser usada para generar una imagen (Richards 2013). Los sistemas pasivos (aquellos que captan la energía reflejada por la superficie terrestre) más convencionales de sensores remotos trabajan dentro del rango del espectro de la luz visible y rangos cercanos de luz infrarroja. Cada elemento interactúa de una forma particular con la radiación solar, ya sea absorbiéndola, reflejándola, transmitiéndola o emitiendo energía radiante en diferentes niveles (Anderson *et al.* 1987).

La teledetección espacial presenta múltiples ventajas respecto, por ejemplo, a la fotografía aérea o a los trabajos de campo. Entre ellas, Chuvieco (2010) menciona las siguientes: (a) cobertura global de la superficie terrestre, (b) perspectiva panorámica, (c) observación multiescala y no destructiva, (d) información sobre regiones no visibles del espectro, (e) cobertura repetitiva, (f) transmisión inmediata y (g) formato digital.

Respecto a la información sobre elementos de un hábitat terrestre que puede ser captada por medio de la teledetección, Anderson *et al.* (1987) menciona los siguientes: (a) La fisiografía, los estratos inferiores del bosque y la cobertura vegetal. (b) Características importantes para ciertas especies, como fuentes de agua u otros tipos de cobertura. (c) Extensión abarcada por los hábitats. (d) Distribución espacial de los hábitats e intercalamiento entre ellos. (e) Estado de la vegetación. (f) Variaciones de los hábitats a través del tiempo.

2.4.1 Aplicación de la teledetección espacial en estudios afines.

Información proveniente de sensores remotos y técnicas de teledetección fueron empleadas en la elaboración de estudios relacionados al hábitat del venado, como se refleja, por ejemplo, en los trabajos publicados por Congalton *et al.* (1993) en el estudio de la calidad del hábitat para *Odocoileus hemionus* en el norte de California, EEUU; Miranda y Porter (2003) en la evaluación del hábitat del venado cola blanca en Arkansas, EEUU; Segura (1995) en la evaluación del hábitat potencial del venado cola blanca en Guanacaste, Costa Rica; Figallo (1997) en el análisis digital de imágenes de satélite para la clasificación del bosque seco del nor-oeste peruano teniendo como base el Coto de Caza El Angolo; Regal (2013) en la determinación de la calidad del hábitat del venado cola blanca en el Coto de

Caza El Angolo, Sector Sauce Grande; Príncipe y Céspedes (2017) en el análisis de cobertura vegetal para el Coto de Caza El Angolo; Vásquez (2018) en el estudio de estimación de la disponibilidad de alimentos para el venado cola blanca durante la época seca en el Coto de Caza El Angolo; y Delfín-Alfonso *et al.* (2009) en la evaluación del hábitat del venado cola blanca en Veracruz, México.

2.5 IMÁGENES SATELITALES *PLANETSCOPE*

Las imágenes satelitales *PlanetScope* provienen de una constelación de aproximadamente 130 satélites de forma cúbica, pertenecientes a la compañía *Planet Labs Inc.*, la cual orbita la superficie terrestre a una altura aproximada de 400 km. y tiene la capacidad de captar imágenes de toda la superficie terrestre de manera diaria, lo que equivaldría a 340 millones de km² diariamente (Planet 2019).

En el presente estudio se eligió emplear las imágenes *PlanetScope* del tipo *Analytic Ortho Scenes* por ser el tipo de imágenes adecuado para realizar estudios que implican realizar clasificaciones de la cobertura de la superficie (Planet 2019). Estas cuentan con posprocesamiento de tipo 3B, lo que significa que son escenas ortorectificadas con correcciones radiométricas y atmosféricas aplicadas; asimismo se encuentran geoméricamente referenciadas a una proyección cartográfica (Planet 2019). Las características de las escenas *PlanetScope* empleadas en el presente trabajo pueden apreciarse en la tabla siguiente.

Tabla 2: Características de las imágenes *PlanetScope*

Características	Información	
Bandas espectrales	Nombre	Rango espectral (nm)
	Azul:	455 - 515 nm
	Verde:	500 - 590 nm
	Rojo:	590 - 670 nm
	Infrarrojo cercano (NIR):	780 - 860 nm
Tamaño de píxel (ortorectificado)	3,0 m	
Profundidad del píxel	16 bits	
Proyección	UTM	
Datum horizontal	WGS84	

Fuente: Planet (2019)

2.6 CLASIFICACIÓN DIGITAL DE IMÁGENES DE SATÉLITE

2.6.1 Interpretación visual

Richards (2013) y Janssen (2004) consideran dos aproximaciones para extraer información de imágenes de satélite: Una es la fotointerpretación, la que depende enteramente de las habilidades del análisis humano. La otra involucra métodos asistidos por computadora para el análisis, en el que se emplean algoritmos para automatizar lo que de otro modo sería una tarea muy trabajosa, y quizás imposible.

La manera más intuitiva de extraer información de imágenes de satélite es a través de la interpretación visual de las mismas, la cual está basada en la habilidad del ser humano de relacionar los colores y patrones presentes en ellas, con elementos del mundo real (Janssen 2004). El proceso de clasificación de la superficie terrestre a través de interpretaciones visuales de imágenes satelitales parte del principio en que el intérprete conoce de antemano la representación de los elementos en el paisaje, su comportamiento espectral, sus patrones de color, matices, texturas y formas (Nogueira *et al.* 2019).

2.6.2 Clasificación temática

De acuerdo a Chuvieco (2010), se suele distinguir dos tipos de categorías que intervienen en una clasificación temática: clases informacionales y clases espectrales. Mientras que las primeras son aquellas distinguidas por el intérprete, las segundas se deducen de los niveles digitales (ND) que se encuentran en la imagen. Richards (2013) amplía esta definición, mencionando que si las clases se pueden identificar como grupos individuales o como porciones del espectro electromagnético, se les denomina clases espectrales, mientras que las clases informacionales son las definidas y nombradas por el analista, como por ejemplo, los tipos de cobertura de la superficie.

Los pasos para aplicar la clasificación a las imágenes de satélite, según Richards (2013) consisten en:

- Definir las clases o tipos de cobertura de la superficie en los que la imagen se va a segmentar.
- Seleccionar píxeles conocidos y representativos para cada una de las clases, los cuales formarán parte de las áreas de entrenamiento. Estos píxeles pueden ser seleccionados en base a visitas de campo, fotografías aéreas o fotointerpretación de imágenes obtenidas en base a la data inicial.

- Emplear los datos de entrenamiento para estimar los parámetros del algoritmo de clasificación (clasificador) a ser utilizado.
- Usar el clasificador para etiquetar cada píxel de la imagen, de manera que pertenezcan a una de las clases especificadas en el primer paso.
- Producir mapas temáticos y tablas, las que indiquen la pertenencia de los píxeles de la imagen a determinada clase.
- Evaluar la precisión del producto final.

2.6.3 Clasificación supervisada

La clasificación supervisada es la técnica más frecuentemente usada para el análisis cuantitativo de imágenes remotamente adquiridas. Lo que se realiza es una segmentación del dominio espectral en regiones que pueden asociarse a clases de cobertura de la superficie (Richards 2013). La metodología para la clasificación supervisada requiere que el intérprete tenga conocimiento previo de la zona de estudio para poder definir áreas representativas de las categorías que compondrán la clasificación, a las que se les conoce como *training fields* (áreas de entrenamiento). Asimismo, es conveniente el empleo de documentación de soporte como trabajos de campo, fotografías aéreas y cartografía alusiva para una mayor precisión en la localización de estas áreas de entrenamiento; y además conviene que la validación de los datos se realice en una fecha cercana a la adquisición de las imágenes para evitar inconsistencias entre lo captado por los sensores y la realidad del terreno (Chuvieco 2010).

2.6.4 Estadísticas de entrenamiento

El fin de emplear estadísticas de entrenamiento es poder discriminar entre las clases informacionales o espectrales evitando que hayan superposiciones que causen confusión (Chuvieco 2010).

a) Medida de la separabilidad

Medir la separabilidad consiste en tratar de cuantificar la separación entre un par de distribuciones de probabilidad (clases espectrales) como un indicador de su traslape o superposición. Considerar solo la distancia entre medias es insuficiente debido a que el traslape también se encuentra influenciado por las desviaciones estándar de las distribuciones, por lo que ambos parámetros son requeridos para lograr esta estimación (Richards 2013).

b) Divergencia estadística

La divergencia estadística asume que, dentro de una categoría, los niveles digitales (ND) de los píxeles cumplen con una distribución normal, y considera la separabilidad como la medida del traslape entre categorías. Esta separabilidad es mayor mientras mayor sea también el valor de la divergencia, calculado entre las bandas consideradas.

La divergencia estadística como tal, es una medida que no llega a saturarse, por lo que se opta por acotar los posibles resultados empleando la fórmula de la divergencia transformada (dT):

$$dT_{ij} = c \left(1 - \exp\left(-\frac{d_{ij}}{8}\right) \right)$$

Donde:

d_{ij} = resultado del cálculo de la divergencia estadística

c = valor máximo de la divergencia, señalándose habitualmente 2,000 (Chuvieco 2010).

2.6.5 Fase de asignación

Como su nombre lo indica, en esta fase cada píxel de la imagen es asignado a una categoría en función de sus ND por banda participante, obteniéndose una nueva imagen que expresa las categorías temáticas previamente definidas (Chuvieco 2010).

a) Clasificador de máxima probabilidad

Maselli et al. (1992) y Chuvieco (2010) indican que este algoritmo es el más empleado en trabajos de teledetección, por ser robusto y por ajustarse más apropiadamente a la disposición original de los datos. Este método consiste en calcular las probabilidades de que un píxel pertenezca a alguna de las categorías de clasificación, y posteriormente asignar el píxel a aquella donde resulte el mayor valor de probabilidad. Existen fuentes (Swain y Davis 1978 citados por Chuvieco 2010) que afirman que aunque en ciertos casos los datos no se ajusten a una distribución normal, el método sigue siendo capaz de dar resultados suficientemente consistentes. De acuerdo a Richards (2013), la clasificación de máxima probabilidad se efectúa a través del cálculo de funciones discriminantes (g) para cada píxel de la imagen, en las que se involucra el conocimiento previo del número de clases o categorías y el número de bandas de la imagen.

2.6.6 Verificación de la clasificación

a) Tamaño de la muestra

La evaluación de la precisión de un mapa requiere que se tome un adecuado número de muestras por cada clase o categoría del mapa elaborado. Teniendo en cuenta que la recolección de datos puede ser un proceso costoso, se recomienda que el tamaño de muestra sea el mínimo posible (Congalton y Green 2009). De acuerdo a estos autores, la fórmula para el cálculo de este número de muestras por categoría de clasificación es la siguiente:

$$n = B\Pi_i(1 - \Pi_i)/b_i^2$$

Donde:

i = categoría de clasificación

n = número de muestras por categoría

B = valor determinado en la tabla chi-cuadrado

Π_i = porcentaje del área que cubre la categoría

b_i = nivel de precisión deseado

b) Matriz de confusión e índice de fiabilidad

Chuvieco (2010) menciona que la matriz de confusión consiste en una matriz cuadrada $n \times n$, donde n indica el número de categorías o clases. La diagonal de esta matriz expresa el número de puntos de verificación en donde se produce acuerdo entre mapa y realidad, mientras los valores fuera de ésta suponen errores de asignación. La relación entre el número de puntos correctamente asignados y el total expresa la fiabilidad (o precisión) global del mapa, mientras que los residuales en columnas indican tipos de cubierta real que no se incluyeron en el mapa y los residuales en filas implican cubiertas del mapa que no se ajustan a la realidad (respectivamente errores de omisión y comisión). El interés de estas matrices es el de su capacidad para plasmar los conflictos entre categorías. De esta forma, no sólo se puede conocer la fiabilidad global de la clasificación, sino también la exactitud conseguida para cada una de las clases.

La estructura de esta matriz expresada como conteo de muestras se aprecia a continuación:

Tabla 3: Matriz de confusión

Mapa	Referencia					
	1	2	...	j	...	q
1	n_{11}	n_{12}	...	n_{1j}	...	n_{1q}
2	n_{21}	n_{22}	...	n_{2j}	...	n_{2q}
⋮	⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
i	n_{i1}	n_{i2}		n_{ij}		n_{iq}
⋮	⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
q	n_{q1}	n_{q1}			...	n_{qq}

Fuente: Mas et al. (2014)

La fiabilidad (o precisión) global del mapa (\hat{F}) representa la proporción de las muestras para evaluar la precisión del mapa temático resultante, que han sido correctamente clasificadas (Mas et al. 2014). Esta se calcula a partir de la matriz de confusión, operando los datos de la diagonal sobre el total de puntos muestreados, de la manera siguiente:

$$\hat{F} = \frac{\sum_{i=1,q} n_{ii}}{\sum_{i=1,q} \sum_{j=1,q} n_{ij}}$$

Fuente: Chuvieco (2010)

Se considera que un nivel de precisión global del 85% en la clasificación del mapa temático final, representa un resultado mínimo aceptable (Congalton y Green 2009).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDIO

Desde el punto de vista político, el Coto de Caza El Angolo está ubicado en el departamento de Piura (Figura 3), sobre los distritos de Lancones y Marcavelica en la provincia de Sullana, y el distrito de Pariñas, de la provincia de Talara (Céspedes 2017). Desde el punto de vista geográfico, está ubicado en la costa nor-oeste del Perú, entre las coordenadas 4°11'00" a 4°26'37" Latitud sur y 80°37'57" a 80°56'45" Longitud oeste (CCPT-P 2016).

El Coto de Caza el Angolo, junto con el Parque Nacional Cerros de Amotape, la Reserva Nacional de Tumbes y, desde 2016, el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes, integran la Reserva de Biósfera del Noroeste reconocida por la UNESCO, siendo el CCEA parte de la zona de amortiguamiento de esta reserva (SERNANP 2018).

El Club de Caza, Pesca y Turismo - Piura (CCPT-P) es la entidad que actualmente se encarga de la administración del sector Sauce Grande, o sector sur-este del CCEA (9 918 ha). Hasta el año 2016 el sector norte (34 000 ha), estuvo bajo otro contrato de administración parcial a cargo de la entidad Naturaleza y Cultura Internacional (NCI) (Vásquez 2018).

El ámbito del contrato de administración parcial de Sauce Grande está separado en tres sectores delimitados por cercos: cerco de Cañaverál, cerco de Sauce Grande y cerco de El Angolito.

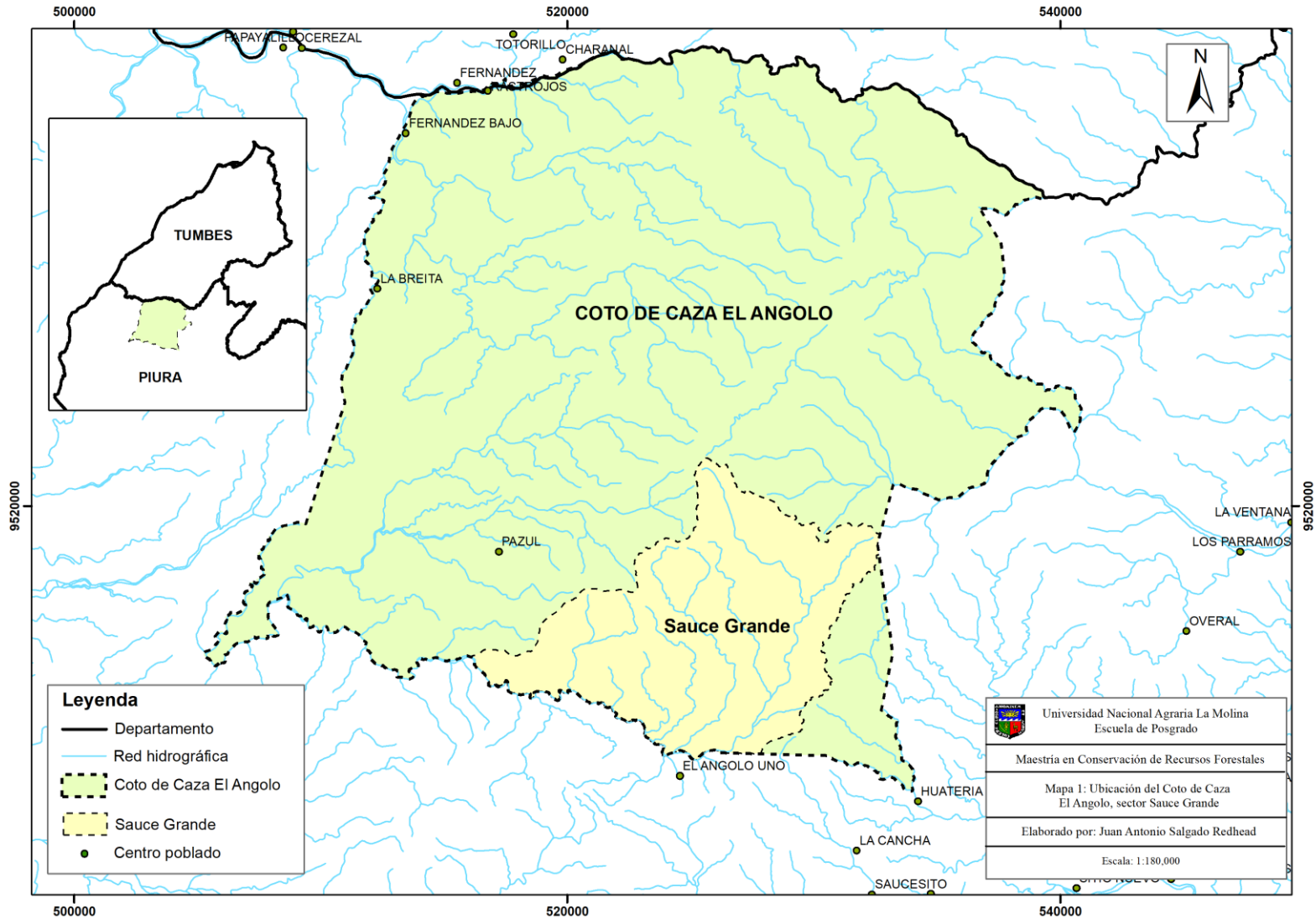


Figura 3: Ubicación del Coto de Caza El Angolo, sector Sauce Grande

Fuente: Elaboración propia

3.2 MATERIALES Y EQUIPOS

Gabinete

- Computadora personal HP ENVY, procesador Intel(R) Core(TM) i7-4510U CPU @ 2.00GHz 2.60 GHz, 12.0 GB de memoria RAM.
- Software: Microsoft Office 2016, ENVI 5.3, ArcGIS 10.5, Mendeley 1.19.3
- Catálogo de imágenes georreferenciadas del área de estudio, proporcionadas por el Centro de Datos para la Conservación de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Imagen satelital *WorldView-2* de 0,5 m de resolución espacial y en color natural, disponible en la plataforma *Google Earth*.
- Imagen satelital *Planetscope* de 3 m de resolución espacial y en falso color.

Campo

- Distanciómetro Bushnell Legend 1200 ARC
- Cinta métrica Symron-L de 30m.
- Brújula Suunto KB-I4/360 R/D
- Libreta de campo
- Útiles de escritorio
- GPS Garmin GPSmap 62s
- Cámara fotográfica digital Nikon Coolpix P530

3.3 METODOLOGÍA

La secuencia de pasos realizados para evaluación de la cobertura en el CCEA, Sauce Grande, teniendo en cuenta elementos de la metodología para el desarrollo de modelos de IH, se resume en la Figura 4 y se detalla en las secciones siguientes.

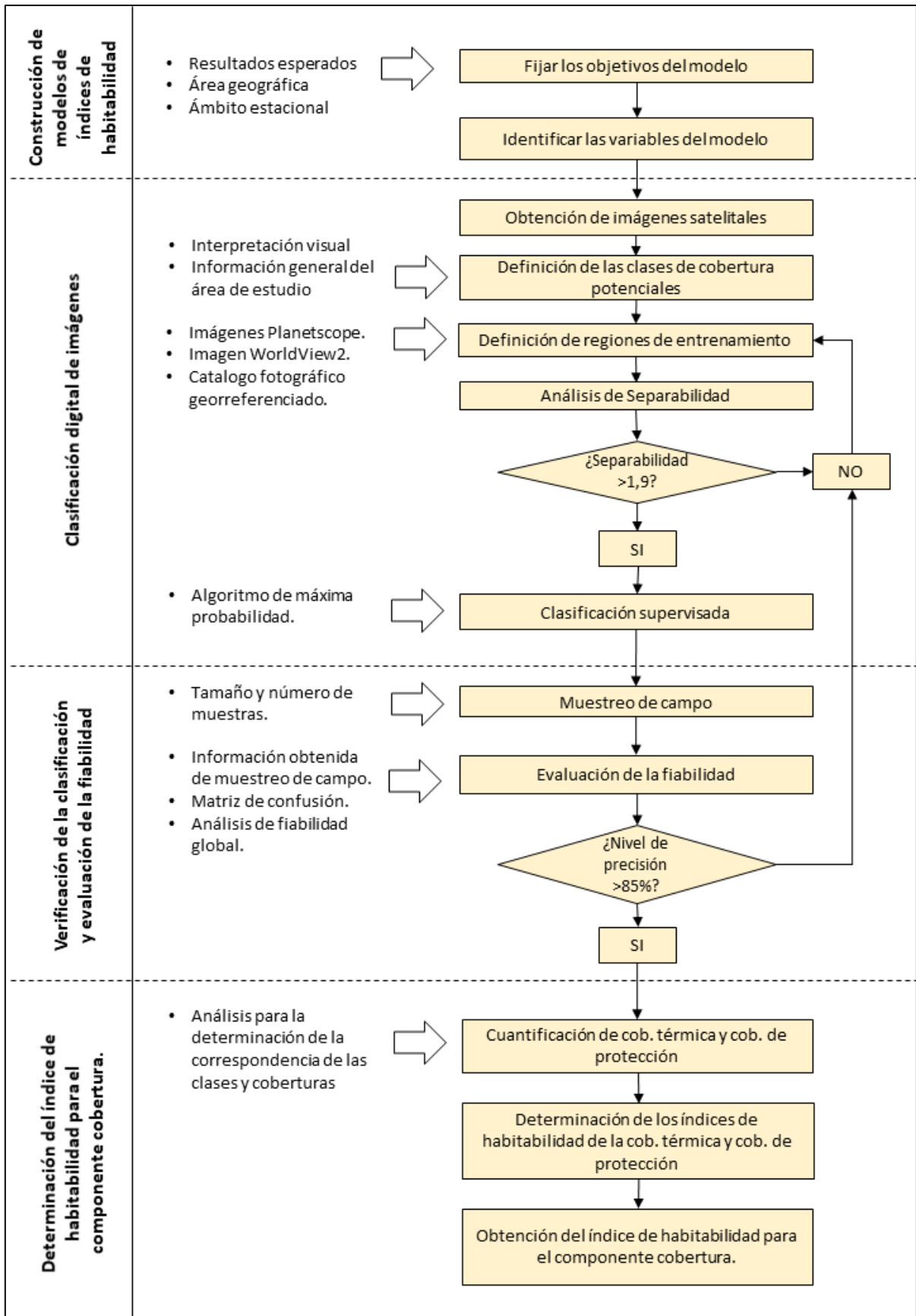


Figura 4: Flujoograma de la evaluación de la cobertura para el venado cola blanca

Fuente: Elaboración propia

3.3.1 Fases de la construcción de modelos de índices de habitabilidad.

Dado que el presente estudio se enfoca en la evaluación de la cobertura para el venado cola blanca, solo abarca algunos aspectos de la metodología para el desarrollo de modelos de índices de habitabilidad. En tal sentido, las fases o etapas de la construcción de modelos de índices de habitabilidad tratadas fueron: Identificar los objetivos del modelo (Fase 1), identificar las variables del modelo (Fase 2) y documentar el modelo (Fase 4) solo en los aspectos considerados. Se consideró el desarrollo de los tres componentes pertenecientes a la Fase 1 conforme al alcance de este estudio, es decir, únicamente en función al análisis y evaluación del componente cobertura para el venado.

La definición del resultado esperado del modelo consistió básicamente en la asignación de índices numéricos (de 0 a 1) para cada uno de los componentes del hábitat, los cuales representan finalmente la capacidad del hábitat para contener a determinada especie de fauna (USFWS 1981). En el presente trabajo, se definió el índice numérico de habitabilidad para el componente cobertura para el venado cola blanca a través de la evaluación previa de los índices para los subcomponentes cobertura térmica y la cobertura de protección.

3.3.2 Obtención y acondicionamiento de imágenes de satélite *Planetscope*.

Se empleó un mosaico de tres escenas *Planetscope*, con fecha de adquisición 06 de diciembre de 2018 (fecha cercana al periodo de muestreo de campo) y hora de adquisición 15:37; todas ellas obtenidas del servidor de planet.com de manera libre para usos académicos, y lográndose cubrir el 100% del área de estudio. Para facilitar el análisis visual, se realizó una combinación de bandas para resaltar la vegetación más vigorosa. La combinación de bandas empleada fue 432: 4 (infrarrojo cercano), 3 (rojo) y 2 (verde), resultando la imagen en falso color (Figura 5).

Las escenas empleadas en la elaboración del mosaico se encontraban libres de presencia de nubes y sombras originadas por ellas, sin embargo, al haber presencia de pendientes en el terreno, el ángulo de incidencia de la luz solar hacia éste provocó la formación de sombras de relieve. Las áreas bajo esta sombra, en las que no se pudo interpretar visualmente la información, fueron excluidas del análisis.

3.3.3 Definición de las clases de cobertura en el CCEA, Sauce Grande.

Para definir y caracterizar los distintos elementos presentes en la superficie del área en estudio, se ha tenido en cuenta la distinción de agregados vegetales con características fisonómicas y estructurales particulares, conformadas por elementos que se esperaba

encontrar en áreas de bosque seco del norte del país, y capaces de ser visualmente interpretables sobre el terreno a través de fotografías e imágenes satelitales de referencia. Se ha considerado la distinción de clases que cumplan alguna función de cobertura para el venado cola blanca (con aptitud de proporcionar cobertura térmica o cobertura de protección). Asimismo se ha considerado otros elementos presentes y reconocibles, como el suelo desnudo y el lecho de los ríos. Las clases definidas para la elaboración del mapa de clasificación fueron las siguientes:

Tabla 4: Clases de cobertura en el CCEA, Sauce Grande

Clase	Símbolo
Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	AV-MVD
Árbol con epífitas - matorral seco denso	AE-MSD
Árbol con epífitas	AE
Árbol perennifolio	AV
Matorral seco denso	MSD
Árbol caducifolio - matorral seco ralo	AC-MSR
Lecho de río - superficie de piedra	LR-SP
Suelo desnudo	SD
Sombra	S

Fuente: Elaboración propia y Vásquez (2018) comunicación personal.

3.3.4 Regiones de entrenamiento

a) Definición de regiones de entrenamiento

Las regiones o áreas de entrenamiento se definieron conforme a la interpretación visual sobre la imagen satelital *Planetscope* en falso color (Figura 5). Empleando el software ENVI 5.3, herramienta *Region of Interest (ROI) tool*, pestaña *Geometry*, ícono *Polygon*, se definieron 106 polígonos como regiones para entrenamiento, los que abarcaron una superficie aproximada de 42 000 m². Como información de referencia para la interpretación visual de las clases de cobertura a fin de definir estas regiones de entrenamiento, se analizó el catálogo de imágenes georreferenciadas del CCEA, sector Sauce Grande (135 registros fotográficos y 22 videos en 360°), la imagen *Planetscope* en falso color descrita en el punto 3.3.2., y un mosaico de dos escenas *WorldView-2* en color natural para la zona de estudio, de 0,5 m de

resolución espacial y fechas de adquisición 26 de julio de 2014 y 26 de mayo de 2016, disponible en la plataforma *Google Earth*.

b) Análisis de separabilidad de firmas espectrales

Empleando el software ENVI 5.3, herramienta *Region of Interest (ROI) tool*, comando *Compute ROI Separability*, se ejecutó el análisis para comprobar la separabilidad entre las firmas espectrales de las regiones de entrenamiento. Este comando calcula los valores de separabilidad entre ROIs conforme al procedimiento para la divergencia transformada en la descrito en la sección 2.6.4, mencionado por Richards (2013). Los criterios de separabilidad (Tabla 5) indican mayor separación donde los valores son más cercanos a 2, lo que a su vez es indicador de mayor certeza de que los datos de entrenamiento representan elementos diferenciados. Se constató que entre pares de firmas espectrales de las regiones de entrenamiento se cumplía con el grado de “buena separabilidad” como condición previa a la elaboración del mapa de clasificación.

Tabla 5: Criterios de separabilidad para divergencia transformada

Valor de separabilidad	Grado de separabilidad
0 – 1,0000	Separabilidad muy pobre
1,0000 – 1,9000	Separabilidad pobre
1,9000 – 2,0000	Buena separabilidad

Fuente: PCI Geomatics (2018)

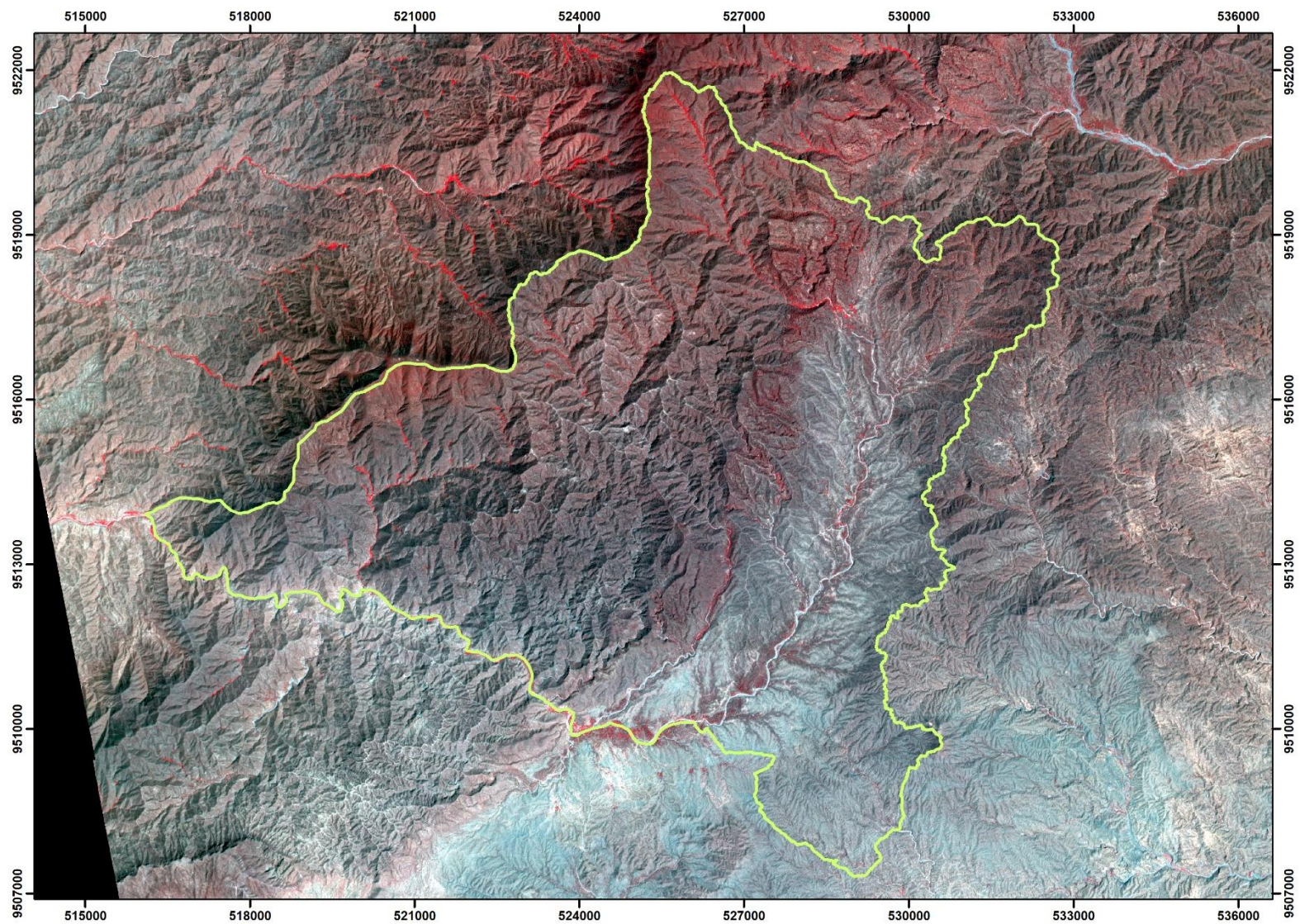


Figura 5: Mosaico de imágenes *PlanetScope* en falso color para el área de estudio.

Fuente: Planet (2018)

3.3.5 Clasificación supervisada

Empleando el software ENVI 5.3, herramienta *Maximum Likelihood Classification* ubicada en la caja de herramientas del programa, ruta *Classification, Supervised Classification, ROI Separability*, se procedió a realizar la clasificación supervisada en la imagen empleando el algoritmo de máxima probabilidad, y considerando las categorías de clasificación mencionadas en el punto 3.3.3. Todo esto luego de comprobar que las firmas espectrales entre las regiones de entrenamiento obtenían un valor mayor a 1,9000 en sus análisis de separabilidad. Se ejecutó la clasificación teniendo en cuenta las 4 bandas de las imágenes *Planetscope*: Azul, Verde, Rojo e Infrarrojo cercano (NIR). El resultado de la clasificación supervisada fue un mapa que refleja la distribución espacial de las clases propuestas para el área de estudio.

3.3.6 Verificación de la clasificación

Se realizó un muestreo de campo para recabar información a emplearse en la validación del mapa de clasificación.

Debido a la metodología empleada para la toma de muestras, debe diferenciarse en el caso de este trabajo, lo que se considera como puntos de toma de datos y puntos de información de campo.

Puntos de toma de datos: Fueron los puntos en el terreno empleados como eje, para desde ellos tomar la información de campo hacia las cuatro direcciones cardinales.

Puntos de información de campo: Equivaldría a las verdaderas muestras tomadas en el lugar. En este caso, cada muestra fue representada por una imagen fotográfica captada hacia una dirección cardinal en particular previamente establecida (norte, sur, este u oeste).

a) Tamaño de muestra

Para evaluar la precisión del mapa clasificación elaborado en base a la interpretación visual de fotografías de campo e imágenes de alta resolución, se calculó el tamaño de muestra mínimo apropiado empleando el criterio de Congalton y Green (2009), basado en una distribución multinomial. La fórmula para el cálculo del número de muestras por categoría de clasificación es la siguiente:

$$n = B\Pi_i(1 - \Pi_i)/b_i^2$$

Donde:

n = número de muestras por categoría

B = valor determinado en la tabla chi-cuadrado (para 1 grado de libertad, α/k)

Π_i = porcentaje del área que cubre la categoría

b_i = nivel de precisión deseado

b) Tipo de muestreo

Se determinó de manera aleatoria, e independiente del mapa de clasificación, los puntos de toma de datos sobre el área de estudio. Se ha considerado más puntos de toma de datos que los necesarios para la evaluación de la precisión de un mapa de clasificación de 85%.

c) Proceso de toma de datos de campo

En cada punto de toma de datos en el terreno, se recopiló la información de campo de la siguiente manera:

- Toma de fotografías desde el punto de toma de datos, con dirección de los 4 puntos cardinales: Norte, Sur, Este y Oeste. Una fotografía hacia cada dirección.
- Reconocimiento de un elemento representativo en cada fotografía, el cual debe corresponder a una de las categorías de clasificación previamente señaladas (Tabla 4), tratando de optar en lo posible de que el elemento se encuentre en el centro de la fotografía.
- Medición de la distancia entre el punto de toma de datos y el elemento reconocido en la fotografía.

En cada punto de toma de datos en el terreno, se recopiló la información de campo de la siguiente manera:

d) Matriz de confusión e índice de fiabilidad

Conforme a las directrices mencionadas en el punto b) de la sección 2.6.6, se elaboró una matriz de confusión para confrontar la información obtenida de los sitios de muestreo y de la clasificación de la imagen; y seguidamente se calculó la fiabilidad global (precisión) del mapa temático elaborado.

3.3.7 Distribución espacial y cuantificación de tipos de cobertura

Se realizó un análisis para la determinación de la correspondencia entre las clases resultantes de la clasificación supervisada y los dos subcomponentes de la cobertura para el venado

(cobertura térmica y cobertura de protección), teniendo en cuenta la aptitud observada en las categorías de clasificación para brindar cobertura al venado cola blanca, y con base a los parámetros propuestos por Delfín-Alfonso y Gallina (2007) para la cobertura térmica y Fulbright y Ortega-S. (2007) para la cobertura de protección, el cual se resume en la tabla siguiente.

Tabla 6: Aptitud de las clases de clasificación para brindar cobertura

Clases	Símbolo	Proporciona cobertura	
		Térmica	De protección
Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	AV-MVD	si	si
Árbol con epífitas - matorral seco denso	AE-MSD	si	si
Árbol con epífitas	AE	si	no
Árbol perennifolio	AV	si	no
Matorral seco denso	MSD	no	si
Árbol caducifolio - matorral seco ralo	AC-MSR	no	no
Lecho de río - superficie de piedra	LR-SP	no	no
Suelo desnudo	SD	no	no

Fuente: Elaboración propia en base a Delfín-Alfonso y Gallina (2007) y Fulbright y Ortega-S. (2007)

Posteriormente se elaboraron dos mapas: un mapa de la distribución espacial de la cobertura térmica y otro de la distribución espacial de la cobertura de protección. Estos se elaboraron sustituyendo cada categoría de clasificación del mapa resultante por su correspondiente aptitud para proporcionar cobertura (indicadas en la Tabla 6). En este caso se hizo uso del programa ArcGIS Desktop 10.5, añadiendo el campo (*field*) “cobertura” y las variables (en forma de *strings*) “cobertura térmica” o “no cobertura térmica”; o “cobertura de protección” o “no cobertura de protección” en la tabla de atributos del mapa de clasificación. Seguidamente, en la tabla de atributos mencionada, se realizó la sumatoria del conteo de píxeles que corresponden a cada tipo de cobertura, cuyos resultados se multiplicaron por el área que representa cada píxel en el terreno (9m²) para así obtener las superficies de cada tipo de cobertura y la proporción que ocupan sobre el área de estudio.

3.3.8 Índice de habitabilidad de la cobertura para el venado cola blanca.

Se comparó los porcentajes de superficie que ocupa cada cobertura (térmica y de protección) con los indicadores de habitabilidad de cobertura según escalas de evaluación de índices de habitabilidad desarrolladas para cada subcomponente.

a) Evaluación de la cobertura térmica

En base al indicador propuesto por Delfín-Alfonso y Gallina (2007), se desarrolló la escala para el índice de habitabilidad de la cobertura térmica, la cual consideró como valores de cobertura buena el rango de porcentajes del área de estudio ocupada por elementos que tienen aptitud de proporcionar cobertura térmica, entre el 20 por ciento y el 100 por ciento (Tabla 7 y Figura 6).

Tabla 7: Índice de habitabilidad para la cobertura térmica

Porcentaje de cobertura térmica	Índice de Habitabilidad	Significado
0% - 20%	0	Cobertura no apta
20% - 100%	1	Cobertura buena

Fuente: Elaboración propia

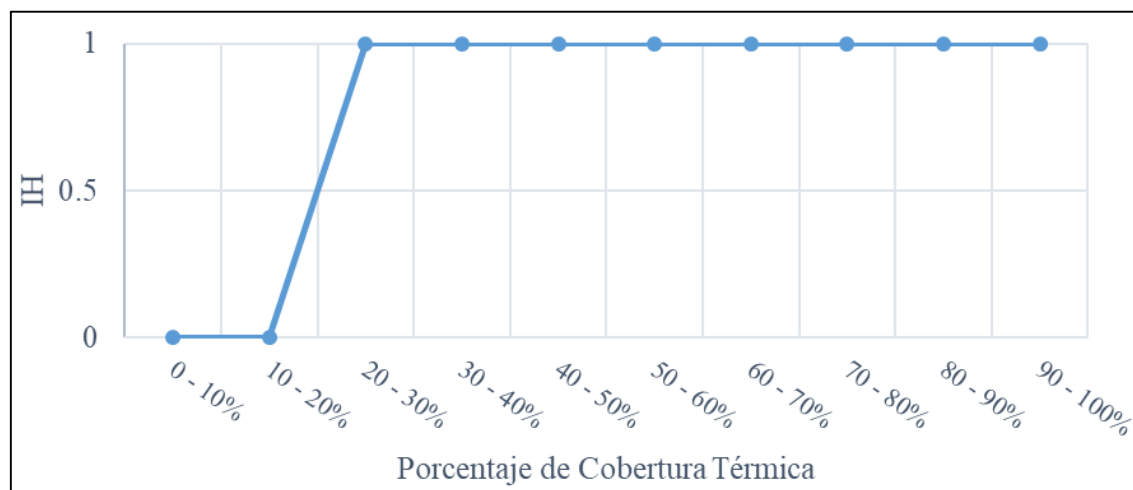


Figura 6: Índice de habitabilidad de la cobertura térmica

Fuente: Elaboración propia

b) Evaluación de la cobertura de protección

En base al comportamiento del indicador mencionado por Fulbright y Ortega-S. (2007), se desarrolló la escala para el índice de habitabilidad de la cobertura de protección, la cual considera como valores de cobertura buena los porcentajes del área de estudio ocupada por elementos que tienen aptitud para brindar cobertura de protección, entre el 40 por ciento y el 80 por ciento (Tabla 8 y Figura 7).

Tabla 8: Índice de habitabilidad para la cobertura de protección

Porcentaje de cobertura de protección	Índice de Habitabilidad	Significado
0% – 20%	0	Cobertura no apta
20% – 40%	0,5	Cobertura regular
40% – 80%	1	Cobertura buena
80% – 100%	0,5	Cobertura regular

Fuente: Elaboración propia

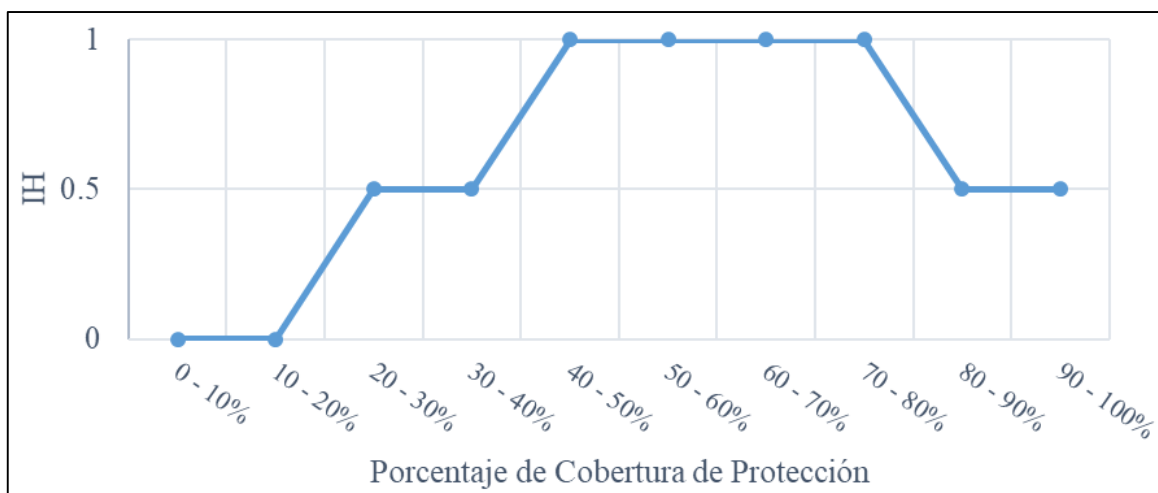


Figura 7: Índice de habitabilidad de la cobertura de protección

Fuente: Elaboración propia

c) Cálculo del IH del componente cobertura para el venado

Los índices de habitabilidad obtenidos para cada subcomponente de la cobertura fueron operados de manera que la habitabilidad del componente cobertura para el venado cola blanca en el CCEA, Sauce Grande se representó por un único valor de índice de habitabilidad. Esta operación consistió en obtener la media aritmética de los resultados de los índices de habitabilidad de cobertura térmica y de cobertura de protección:

$$IH_{cobertura} = \frac{\text{Índice C. Térmica} + \text{Índice C. Protección}}{2}$$

En la Tabla 9 se presenta la gama de posibles resultados que pudieron presentarse para este cálculo.

Tabla 9: Posibles resultados de índice de habitabilidad para el componente cobertura

Índice de habitabilidad de los subcomponentes de la cobertura		Índice de habitabilidad para el componente cobertura	
Cobertura térmica	Cobertura de protección	IH	Significado
0	0	0	Cobertura No Apta
0	0,5	0,25	Cobertura No Apta
0	1	0,5	Cobertura Regular
1	0	0,5	Cobertura Regular
1	0,5	0,75	Cobertura Regular
1	1	1	Cobertura Buena

Fuente: Elaboración propia

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE ÍNDICES DE HABITABILIDAD

a. Fijar los objetivos del modelo.

El objetivo del modelo es determinar si el sector Sauce Grande del Coto de Caza El Angolo (CCEA) (zona de estudio) al final de la época seca, contiene elementos de cobertura sobre su superficie, de manera tal que se cubren las necesidades de este elemento por la población local de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). La habitabilidad de la cobertura para el venado cola blanca se obtiene a través de la estimación y operación de los índices de habitabilidad de la cobertura térmica y cobertura de protección, expresándose los resultados en escalas que oscilan entre 0 y 1 conforme a lo planteado en la metodología.

b. Identificar las variables del modelo.

Las variables consideradas para la evaluación de la habitabilidad de la cobertura están dadas por los subcomponentes que la constituyen, los cuales son la cobertura térmica y la cobertura de protección. El desarrollo de estos aspectos es cubierto más adelante.

c. Documentar el modelo.

A lo largo del presente trabajo se ha documentado la información concerniente a la identificación de los objetivos del modelo (Fase 1) e identificación de las variables del modelo (Fase 2).

4.2 OBTENCIÓN DE IMÁGENES DE SATÉLITE *PLANETSCOPE*

El uso de la plataforma *Planetscope* para obtención de las imágenes empleadas en este estudio presentó las siguientes ventajas:

- Disponibilidad de escenas que cubren el área de estudio en su totalidad.
- Disponibilidad de escenas captadas en fechas que corresponden a la época seca, e incluso muy cercanas a las fechas de la realización de la verificación de campo.
- Las imágenes cuentan con un nivel de preprocesamiento suficiente para ser empleadas directamente en la realización de análisis espaciales.

- Imágenes de alta resolución (tamaño de píxel de 3 m) lo que permite distinguir elementos con mayor facilidad que en imágenes de menor resolución espacial.
- Suficientes bandas (Rojo, Verde, Azul e Infrarrojo cercano) para poder distinguir los elementos deseados sobre la misma (agregados vegetales y otros).
- Disponibilidad libre de las escenas, cuando es para usos académicos.

4.3 DEFINICIÓN DE LAS CLASES DE COBERTURA EN EL CCEA, SAUCE GRANDE

Empleándose el catálogo de imágenes georreferenciadas del CCEA Sauce Grande, y las imágenes satelitales *Plantescape* y *WorldView-2* de la zona de estudio visualizadas en los programas ENVI 5.3 y ArcGIS 10.5, se distinguió elementos que en su mayoría fueron agregados vegetales con un conjunto de características fisonómicas y estructurales particulares, las que les dan distinta aptitud para proporcionar cobertura térmica o cobertura de protección al venado cola blanca. Asimismo, se logró distinguir otros elementos presentes y reconocibles, como suelo desnudo y lecho de ríos. Las características de los elementos distinguidos (posteriormente designados como las categorías de clasificación) fueron las siguientes:

- **Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso (AV-MVD)**
Clase mixta que engloba a los arbustos perennifolios densos, mas presencia de árboles perennifolios en una misma ubicación. Según su aptitud para proporcionar cobertura, este elemento proporciona cobertura térmica y cobertura de protección al venado cola blanca.
- **Árbol con epífitas - matorral seco denso (AE-MSD)**
Clase mixta en la que se encuentran árboles con predominante presencia de plantas epífitas sobre ellos y matorrales en la parte inferior. Según su aptitud para proporcionar cobertura, este elemento proporciona cobertura térmica y cobertura de protección al venado cola blanca.
- **Árbol con epífitas (AE)**
Árboles caducifolios con predominante presencia de plantas epífitas sobre ellos, sin presencia de matorrales en su base. Según su aptitud para proporcionar cobertura, este elemento proporciona cobertura térmica, mas no proporciona cobertura de protección al venado cola blanca.

- **Árbol perennifolio (AV)**

Árboles perennifolios con hojas presentes, sin presencia de matorrales debajo de ellos. Según su aptitud para proporcionar cobertura, este elemento proporciona cobertura térmica, mas no proporciona cobertura de protección al venado cola blanca.

- **Matorral seco denso (MSD)**

Cobertura densa que consta de arbustos caducifolios y de árboles caducifolios inmersos en el matorral predominante, lo que no los hace distinguibles por sí mismos. Según su aptitud para proporcionar cobertura, este elemento no proporciona cobertura térmica, mas sí proporciona cobertura de protección al venado cola blanca.

- **Árbol caducifolio - matorral seco ralo (AC-MSR)**

Clase mixta que se caracteriza por presentar una baja densidad de vegetación arbórea caducifolia o arbustiva tal que el suelo desnudo logra ser distinguible. Según su aptitud para proporcionar cobertura, este elemento no proporciona ni cobertura térmica, ni cobertura de protección al venado cola blanca.

- **Lecho de río - superficie de piedra (LR-SP)**

Clase mixta que agrupa los lechos o cauces de ríos y quebradas con o sin agua, en la que la superficie puede estar cubierta de agregados de procedencia fluvial (canto rodado). Según su aptitud para proporcionar cobertura, este elemento no proporciona ni cobertura térmica, ni cobertura de protección al venado cola blanca.

- **Suelo desnudo (SD)**

Suelo sin ningún tipo de cobertura vegetal. Según su aptitud para proporcionar cobertura, este elemento no proporciona ni cobertura térmica, ni cobertura de protección al venado cola blanca.

- **Sombra (S)**

Esta clase se añadió para abarcar elementos sobre el mapa base en el que no se puede distinguir elementos debido a la sombra producida por el relieve del terreno.

En la siguiente tabla se presenta un listado de algunas especies vegetales que forman parte de clases de clasificación, mientras que ejemplos observados en campo de las clases del mapa de clasificación se pueden apreciar en la Figura 8.

Tabla 10: Ejemplos de especies vegetales que conforman las categorías de clasificación

<p>Arbustos caducifolios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Bocconia integrifolia</i> (Sangre de toro) • <i>Bougainvillea pachyphylla</i> (Papelillo) • <i>Mimosa acantholoba</i> (Aserrilla) • <i>Mimosa myriadena</i> (Aserrilla) 	<p>Árboles perennifolios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Acacia macracantha</i> (Faique) • <i>Caesalpinia paipai</i> (Charán) • <i>Capparis eucalyptifolia</i> (Margarito) • <i>Capparis scabrida</i> (Sapote) • <i>Coccoloba ruiziana</i> (Añalque) • <i>Muntingia calabura</i> (Cerezo) • <i>Pithecellobium excelsum</i> (Chaquiuro) • <i>Pithecellobium multiforum</i> (Angolo) • <i>Prosopis pallida</i> (Algarrobo) • <i>Terminalia valverdae</i> (Huarapo) • <i>Ximenia americana</i> (Resedo) • <i>Ziziphus thyrsoiflora</i> (Ébano)
<p>Plantas epífitas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Tillandsia floribunda</i> (Achupalla) • <i>Tillandsia multiflora</i> (Achupalla) • <i>Vriesia espinosa</i> (Achupalla) • <i>Tillandsia usneoides</i> (Salvajina) 	<p>Árboles caducifolios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Bursera graveolens</i> (Palo santo) • <i>Ceiba trichistandra</i> (Ceibo) • <i>Eriotheca ruizii</i> (Pasallo) • <i>Erythrina smithiana</i> (Porotillo) • <i>Geoffroea striata</i> (Almendro) • <i>Leucaena trichodes</i> (Chapra) • <i>Loxopterygium huasango</i> (Hualtaco) • <i>Tabebuia chrysantha</i> (Guayacán) • <i>Cochlospermum vitifolium</i> (Polo-polo)
<p>Árboles caducifolios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Bursera graveolens</i> (Palo santo) • <i>Ceiba trichistandra</i> (Ceibo) • <i>Eriotheca ruizii</i> (Pasallo) • <i>Erythrina smithiana</i> (Porotillo) • <i>Geoffroea striata</i> (Almendro) • <i>Leucaena trichodes</i> (Chapra) • <i>Loxopterygium huasango</i> (Hualtaco) • <i>Tabebuia chrysantha</i> (Guayacán) • <i>Cochlospermum vitifolium</i> (Polo-polo) 	<p>Arbustos perennifolios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Capparis ovalifolia</i> (Vichayo) • <i>Heliotropium arborescens</i> (Rabito de alacrán) • <i>Maytenus octogona</i> (Realengo) • <i>Cordia lutea</i> (Overo) • <i>Ipomoea carnea</i> (Borrachera)

Fuente: Vásquez et al. (2007) y Vásquez (2018) Comunicación personal.



Árbol con epífitas



Árbol perennifolio



Matorral seco denso



Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso



Árbol con epífitas - matorral seco denso



Árbol caducifolio - matorral seco ralo



Lecho de río - superficie de piedra



Suelo desnudo

Figura 8: Ejemplos de campo de clases de cobertura en el CCEA, Sauce Grande

Fuente: Elaboración propia

4.4 REGIONES DE ENTRENAMIENTO

La separabilidad de las firmas espectrales entre las regiones de entrenamiento resultó en valores superiores a 1,9000 en todos los casos, lo cual indicó que fueron lo suficientemente distinguibles como para emplearlas en la elaboración del mapa de clasificación deseado. Los valores de separabilidad para las regiones analizadas se pueden apreciar a continuación:

Tabla 11: Separabilidad de firmas espectrales entre regiones de entrenamiento

	AE-MSD	AV	AV-MVD	MSD	SD	AC-MSR	AE	LR-SP
AV	1,9042							
AV-MVD	1,9999	1,9157						
MSD	1,9040	1,9383	1,9999					
SD	2,0000	1,9999	2,0000	1,9999				
AC-MSR	1,9999	1,9974	2,0000	1,9452	1,9137			
AE	1,9935	1,9999	2,0000	1,9932	2,0000	1,9999		
LR-SP	2,0000	1,9999	2,0000	1,9999	1,9999	2,0000	2,0000	
S	1,9788	1,9998	2,0000	1,9994	2,0000	2,0000	1,9999	2,0000

Fuente: Elaboración propia

4.5 MAPA DE CLASIFICACIÓN

Comprobada la suficiente separabilidad de las regiones de entrenamiento, se procedió a elaborar el mapa de clasificación supervisada empleando el algoritmo de máxima probabilidad. Este mapa consta de 9 categorías que agrupan a los elementos reconocidos en la imagen satelital, mostrando su distribución sobre el área de estudio (Figura 9).

4.5.1 Caracterización de los tipos de cobertura del mapa de clasificación

- **Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso (AV-MVD)**

La cobertura AV-MVD se ubica principalmente al norte y noreste del área de estudio. Además, se encuentra adyacente a los cursos de agua. Esta cobertura abarca zonas altas de las quebradas Cañaveral, Barbacoas, y superficies próximas a los cursos de agua de las quebradas Cañaveral, Barbacoas, Faique y El Angolo. Ocupa una superficie de 188,82 hectáreas, lo que representa el 2 por ciento del área de estudio.

- **Árbol con epífitas - matorral seco denso (AE-MSD)**

La cobertura AE-MSD se ubica principalmente al oeste, centro y noreste del área de estudio. Esta cobertura abarca zonas altas de las quebradas Cañaveral, Pájaro Bobillo, Espinal, Faique y Barbacoas. Ocupa una superficie de 1 741,96 hectáreas, lo que representa el 18 por ciento del área de estudio.

- **Árbol con epífitas (AE)**

La cobertura AE se ubica principalmente al norte del área de estudio. Esta cobertura abarca zonas altas de las quebradas Cañaverál, Pájaro Bobillo, Espinal, Barbacoas y Faique. Ocupa una superficie de 952,82 hectáreas, lo que representa el 10 por ciento del área de estudio.

- **Árbol perennifolio (AV)**

La cobertura AV se ubica principalmente al norte y centro del área de estudio, así como adyacente a cursos de agua. Esta cobertura abarca tanto zonas altas de las quebradas Cañaverál, Pájaro Bobillo, y Barbacoas, como zonas alrededor de los cursos de las quebradas Cañaverál, Pájaro Bobillo, Espinal, Barbacoas y El Angolo. Ocupa una superficie de 562 hectáreas, lo que representa el 6 por ciento del área de estudio.

- **Matorral seco denso (MSD)**

La cobertura MSD abarca las zonas altas y medias de toda el área de estudio, principalmente sobre las quebradas Cañaverál, Pájaro Bobillo, El Angolo y Saucecito. Ocupa una superficie de 5 071,41 hectáreas, lo que representa el 54 por ciento del área de estudio.

- **Árbol caducifolio - matorral seco ralo (AC-MSR)**

La cobertura AC-MSR se ubica principalmente al sur y al este del área de estudio. Esta cobertura abarca zonas bajas de las quebradas Cañaverál, Poterrillo, Pájaro Bobillo, El Angolo y Saucecito. Ocupa una superficie de 727,03 hectáreas, lo que representa el 8 por ciento del área de estudio.

- **Lecho de río - superficie de piedra (LR-SP)**

La cobertura LR-SP se ubica principalmente en la zona media y baja de los cursos de agua de las quebradas Pájaro Bobillo y El Angolo. Ocupa una superficie de 53,43 hectáreas, lo que representa el 1 por ciento del área de estudio.

- **Suelo desnudo (SD)**

La cobertura SD se ubica principalmente al sur y al este del área de estudio. Esta cobertura abarca las zonas bajas de las quebradas Potrerillo, Pájaro Bobillo y El Angolo. Ocupa una superficie de 148,98 hectáreas, lo que representa el 2 por ciento del área de estudio.

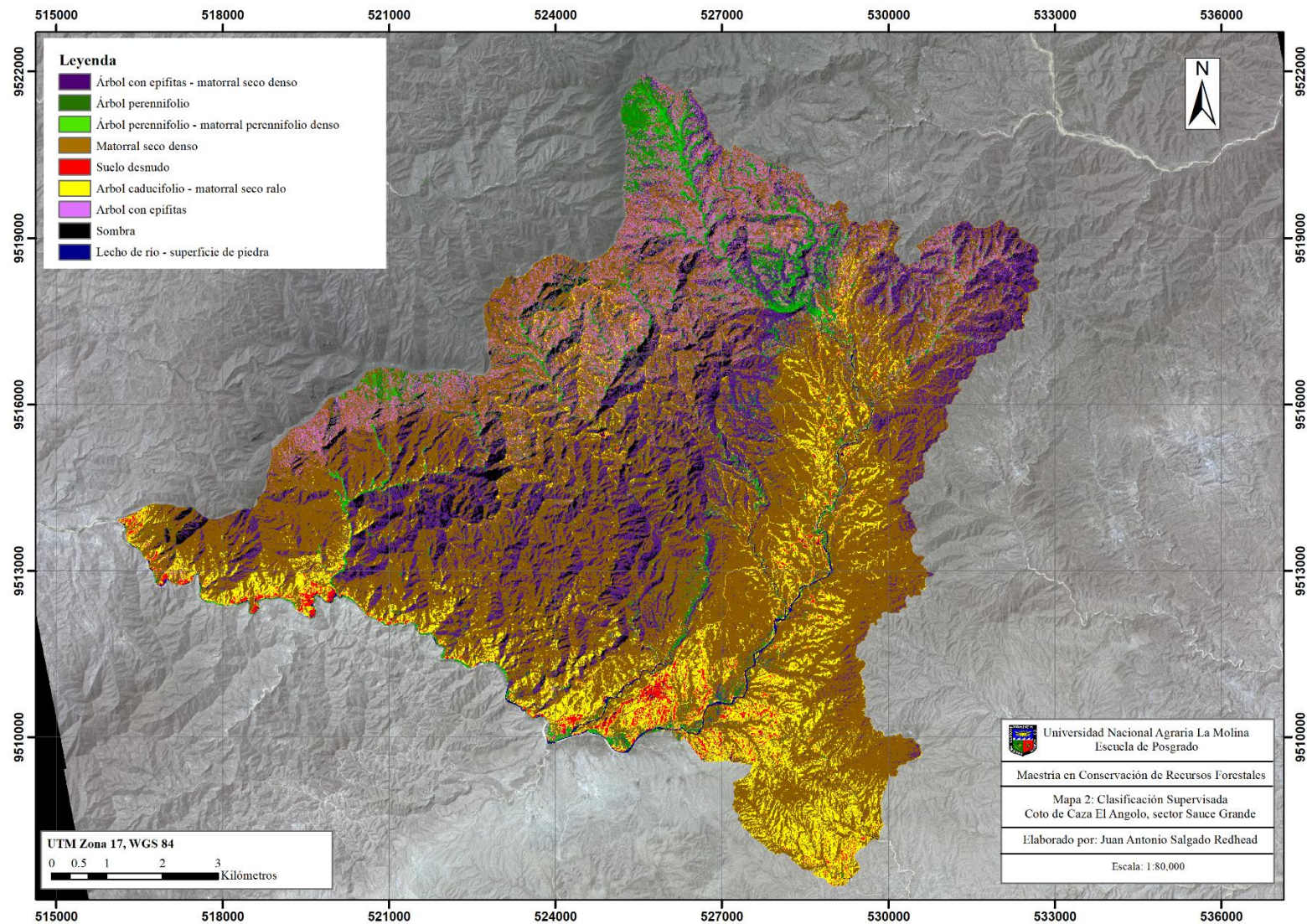


Figura 9: Mapa de clasificación supervisada

Fuente: Elaboración propia

4.5.2 Discusión sobre las clases del mapa de clasificación

En el presente trabajo se ha buscado distinguir asociaciones vegetales con características comunes entre ellas (como árboles caducifolios, perennifolios o matorrales), y evitar recurrir a criterios como tipos de bosque, vegetación vigorosa, altitud o similares. Esto a fin de que estas asociaciones vegetales sean lo más identificables en el espacio por separado, de manera que posteriormente sea más sencillo analizar su aptitud para brindar cobertura al venado cola blanca. Esta metodología ha logrado ser aplicada en la representación de la cobertura térmica y de protección para el venado cola blanca.

En el mapa de clasificación (Figura 9) y en la Tabla 12 se observa la predominancia de la superficie correspondiente a la categoría “matorral seco denso” sobre el resto, y la menor superficie correspondiente a la clase “Lecho de río - superficie de piedra”. Se observa también un bajo porcentaje de superficie con presencia de árboles y matorrales perennifolios, la que principalmente ocurre en zonas adyacentes a los cursos de agua.

Tabla 12: Superficie ocupada por categoría de clasificación

Categoría	Símbolo	Superficie (ha)	Porcentaje
Matorral seco denso	MSD	5 071,41	54%
Árbol con epífitas - matorral seco denso	AE-MSD	1 741,96	18%
Árbol con epífitas	AE	952,82	10%
Árbol caducifolio - matorral seco ralo	AC-MSR	727,03	8%
Árbol perennifolio	AV	562,00	6%
Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	AV-MVD	188,82	2%
Suelo desnudo	SD	148,98	2%
Lecho de río - superficie de piedra	LR-SP	53,43	1%
	Total	9 446,48	100%

Fuente: Elaboración propia

La predominancia del matorral seco denso puede deberse, en principio, a que el análisis se hizo en condiciones del fin de la época seca. Por otro lado, los árboles caducifolios dispersos no figuran como una clase en el mapa de clasificación debido a que por sí solos no fueron distinguibles. Estos tuvieron que ser considerados en otras clases mejor reconocidas en la clasificación (matorral seco ralo y matorral seco denso).

La época seca en el CCEA, sector Sauce Grande, es el periodo en el que es pertinente realizar la evaluación de la cobertura para el venado cola blanca. Es cuando su hábitat es menos favorable por la escasez de agua, por ende, tiene más dificultades para cubrir sus requerimientos. Las acciones de manejo para conservar el hábitat del venado, y de esta

manera mantenga su aptitud como hábitat de esta especie, se hacen necesarias en este periodo en caso se requieran.

4.6 VERIFICACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN

En base a lo mencionado por Congalton y Green (2009) respecto al tamaño de muestra (n), con un nivel de confianza de 85%, se calculó los tamaños de muestra para cada categoría de clasificación. En la práctica, se decidió ampliar el tamaño de muestras para cada clase, con lo que la cantidad de muestras aumentó a 547.

Tabla 13: Tamaño de muestra para cada categoría de clasificación

Categoría	Superficie (ha)	Porcentaje	n teórico	n real
Matorral seco denso	5 071,41	54%	63	205
Árbol con epífitas - matorral seco denso	1 741,96	18%	37	79
Árbol con epífitas	952,82	10%	23	41
Árbol caducifolio - matorral seco ralo	727,03	8%	19	94
Árbol perennifolio	562,00	6%	14	32
Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	188,82	2%	5	29
Suelo desnudo	148,98	2%	5	48
Lecho de río - superficie de piedra	53,43	1%	3	19
Total	9 446,48	100%	169	547

Fuente: Elaboración propia

Se dispuso de 6 días para la realización del muestreo de campo con el propósito de realizar la verificación de los resultados del mapa de clasificación supervisada. Con ayuda del GPS se localizó los 137 puntos de toma de datos en el terreno, desde los cuales se hizo la toma de fotografías hacia los 4 puntos cardinales, y obteniéndose la información de campo de los 547 puntos, la que se empleó íntegramente en hallar la fiabilidad global del mapa de clasificación. Los puntos de toma de datos fueron distribuidos de manera aleatoria sobre el área de estudio, teniéndose como única consideración que haya accesibilidad hacia los mismos. Los datos en detalle de los puntos de información de campo se encuentran en el Anexo 1.

El realizar la verificación de la clasificación en fechas lo más cercanas a las de las imágenes satelitales empleadas, da mayor certeza de que el mapa de clasificación elaborado se ajusta a la realidad de lo observado. Así se puede evitar errores de cruce de información entre lo observado en el terreno y lo interpretado por el programa de generación de la clasificación. Empleando los resultados obtenidos en la matriz de confusión elaborada (Tabla 14), se hizo el cálculo del índice de fiabilidad global (\hat{F}), el cual fue de 0,872. Esto indica que se puede considerar que el mapa elaborado tiene una precisión de 87,2%.

Tabla 14: Matriz de confusión para la clasificación supervisada

Mapa	Clases de referencia							
	AE-MSD	AV	AV-MVD	MSD	SD	AC-MSR	AE	LR-SP
AE-MSD	66	-	3	6	-	-	1	-
AV	2	29	5	2	-	-	3	-
AV-MVD	1	1	17	-	-	-	-	-
MSD	6	1	3	193	1	16	1	-
SD	-	-	-	-	42	3	-	-
AC-MSR	-	-	-	-	4	75	-	-
AE	4	1	1	4	-	-	36	-
LR-SP	-	-	-	-	1	-	-	19

Fuente: Elaboración propia

4.7 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y CUANTIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE COBERTURA

4.7.1 Cuantificación de la cobertura térmica

La superficie que abarcan las categorías de clasificación con aptitud de brindar cobertura térmica al venado cola blanca en el área distinguible del Sector Sauce Grande del CCEA es del 36% (Tabla 15). Estas categorías fueron: AV-MVD, AE-MSD, AE, AV.

Tabla 15: Superficie de la cobertura térmica

Categoría	Superficie (ha)	Porcentaje
Cobertura Térmica	3 445	36%
No Cobertura Térmica	6 001	64%
Total	9 446	100%

Fuente: Elaboración propia

4.7.2 Cuantificación de la cobertura de protección

Los resultados obtenidos indicaron que el 74% del área distinguible que abarca el Sector Sauce Grande del CCEA corresponde a categorías de clasificación con aptitud para brindar cobertura de protección al venado cola blanca (Tabla 16). Estas categorías fueron: AV-MVD, AE-MSD, MSD.

Tabla 16: Superficie de la cobertura de protección

Categoría	Superficie (ha)	Porcentaje
Cobertura de Protección	7 002	74%
No Cobertura de Protección	2 444	26%
Total	9 446	100%

Fuente: Elaboración propia

4.7.3 Discusión sobre la cuantificación de los tipos de cobertura

La cobertura térmica para el venado en el CCEA, sector Sauce Grande, está dada en este caso por aquella vegetación que es capaz de proporcionarle sombra durante el día. En este grupo se ha considerado a los árboles y los arbustos que durante la época seca mantienen su follaje (perennifolios). También se incluyó a aquellos árboles en los que, aunque hayan perdido las hojas en este periodo, se encuentre sobre ellos vegetación epífita.

La cobertura de protección para el venado en el CCEA, sector Sauce Grande, está dada en este caso por aquella vegetación que es capaz de proporcionarle escondite ante los depredadores u otras amenazas. En este grupo se ha considerado a la vegetación que conforma principalmente matorrales densos o "chopos".

En ciertos casos, durante la definición de categorías se distinguió elementos con aptitud de proporcionar ambos tipos de cobertura al venado (térmica o de protección) en el mismo lugar. Estos también han sido considerados como clases mixtas en la clasificación. Otros elementos identificados, por su naturaleza o disposición en el espacio, no proporcionan cobertura al venado. Tal es el caso de, por ejemplo, los árboles caducifolios dispersos ubicados en suelo sin cobertura y los matorrales secos ralos. De igual manera, se ha considerado que la ausencia de agregados vegetales de cualquier tipo sobre una superficie no tiene aptitud para la proporción de cobertura a la especie (suelo desnudo, lechos de río con o sin agua presente).

Aunque no haya habido correspondencia total entre las clases de referencia y las categorías de la clasificación, se ha podido apreciar que algunos de los errores de omisión o comisión presentados se han dado entre categorías que tienen la misma aptitud para proporcionar determinado tipo de cobertura al venado cola blanca. Este el caso, por ejemplo, de algunas áreas de clase de referencia "árbol con epífitas - matorral seco denso" que fueron clasificadas como "árbol perennifolio - matorral perennifolio denso". Si bien es cierto que esto es considerado un error en la clasificación, no lo es en cuanto a que ambas categorías proporcionan los mismos tipos de cobertura al venado (térmica y de protección). Caso similar es el de la clase de referencia "lecho de río - superficie de piedra" que en el mapa figura como "suelo desnudo"; aunque forma parte de los errores de la clasificación, ambas tienen la característica de que ninguna de ellas tiene aptitud de proporcionar cobertura alguna al venado cola blanca. En síntesis, se puede decir que si en la matriz de confusión se hubiera evaluado solo la fiabilidad (precisión) del mapa de clasificación respecto a categorías para

brindar cobertura térmica, cobertura de protección, ambas o ninguna de ellas, este índice hubiera podido resultar mayor al obtenido (0,872).

La evaluación del componente cobertura se ha realizado en función de toda el área de estudio, es decir, la habitabilidad de la cobertura para el venado en el sector Sauce Grande del CCEA está dada por el porcentaje de elementos presentes en toda el área. Se evitó dividir la zona de estudio en estratos o subzonas para la evaluación de la cobertura debido a que no existen barreras o elementos físicos que restrinjan el desplazamiento de la especie sobre toda el área (Vásquez 2017, comunicación personal), teniendo el venado la oportunidad de trasladarse libremente sobre la misma para poder emplear todos los elementos disponibles que le brindan cobertura térmica o cobertura de protección.

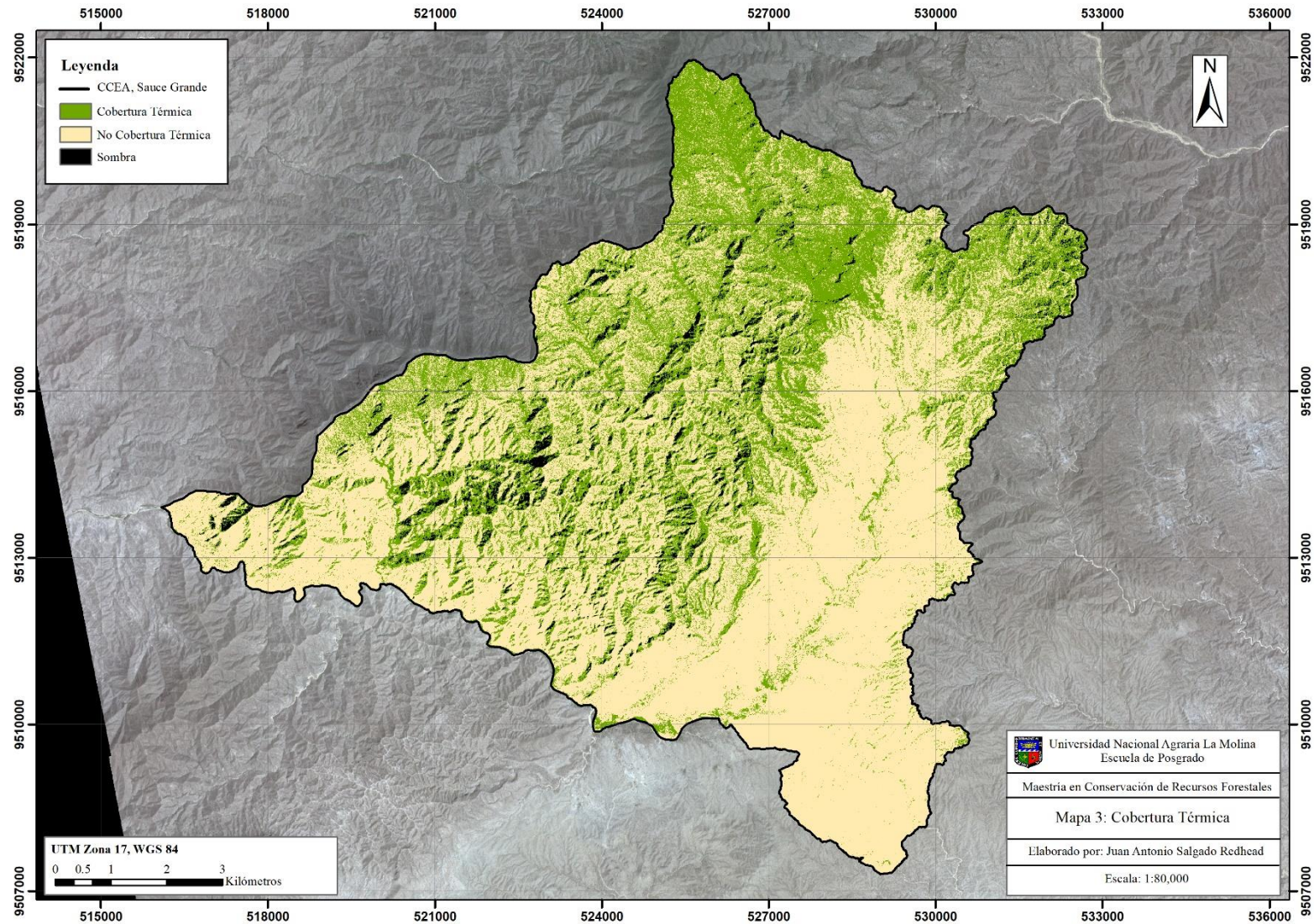


Figura 10: Mapa de distribución espacial de la cobertura térmica

Fuente: Elaboración propia

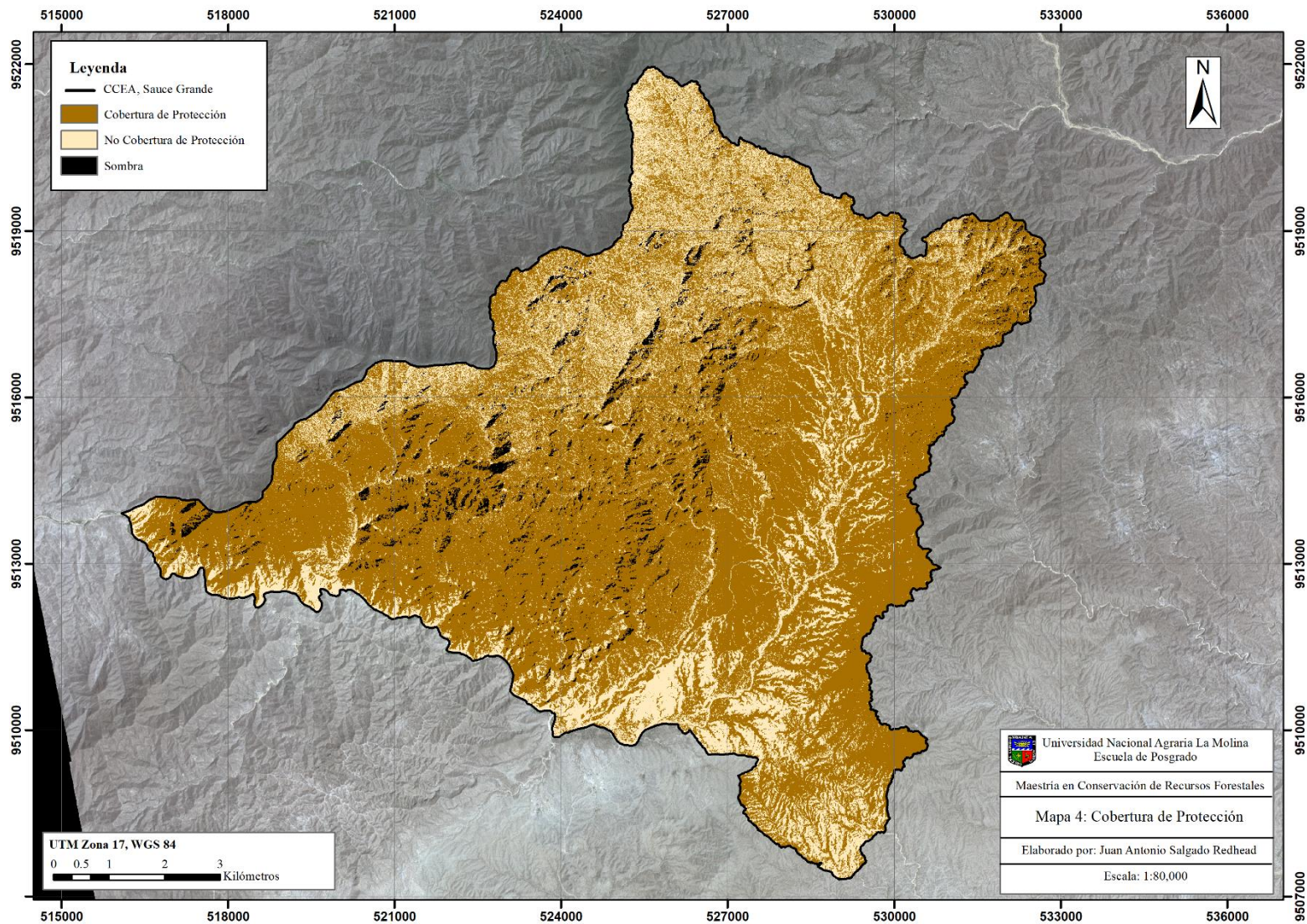


Figura 11: Mapa de distribución espacial de la cobertura de protección

Fuente: Elaboración propia

4.8 ÍNDICE DE HABITABILIDAD DE LA COBERTURA PARA EL VENADO COLA BLANCA

Los porcentajes cuantificados de área de cobertura térmica y cobertura de protección para el venado cola blanca en el CCEA, Sauce Grande tienen correspondencia con determinados valores de índices de habitabilidad para el subcomponente según las escalas de valoración establecidas (Tablas 7 y 8). En ambos casos, el porcentaje de área cubierto por el tipo de cobertura correspondió a un índice de habitabilidad de 1 (Tabla 17), valores que se consideran para toda el área de estudio al ser porcentajes de cobertura respecto al total de la superficie que abarca el CCEA, sector Sauce Grande.

Tabla 17: Índice de habitabilidad obtenido por tipo de cobertura

Tipo de cobertura	Resultado para Sauce Grande	
	Porcentaje obtenido	Índice de habitabilidad
Térmica	36%	1
De Protección	74%	1

Fuente: Elaboración propia

Los índices de habitabilidad de la cobertura térmica y cobertura de protección permitieron obtener un índice de habitabilidad general para el componente cobertura de 1, lo que según lo indicado en la Tabla 9, la cobertura para el venado cola blanca en el CCEA, Sauce Grande pudo considerarse buena para la fecha de la captura de las imágenes de satélite empleadas, que representa un momento del periodo final de la época seca.

Tabla 18: Índice de habitabilidad para el componente cobertura

Índice de habitabilidad de cada subcomponente		Índice de habitabilidad para el componente cobertura	
Cobertura térmica	Cobertura de protección	Valor resultante	Significado
1	1	1	Cobertura Buena

Fuente: Elaboración propia.

V. CONCLUSIONES

- La cobertura térmica para el venado cola blanca obtuvo un IH (Índice de Habitabilidad), el cual según la escala empleada para este subcomponente, ha sido considerado como bueno. Esto significa que para el momento en que se realizó el análisis (el cual representa al final del periodo de la época seca), el sector Sauce Grande del CCEA contó con una superficie de cobertura proporcionada por árboles y arbustos con hojas, así como de árboles con plantas epifitas sobre ellos, de manera tal que se cubrió los requerimientos de cobertura térmica para la especie.
- La cobertura de protección obtuvo un IH (Índice de Habitabilidad), el cual según la escala empleada para tal subcomponente, ha sido considerado como bueno. Esto significa que para el momento en que se realizó el análisis, el sector Sauce Grande del CCEA contó con una superficie de cobertura proporcionada por matorrales densos con o sin hojas, tal que se cubrió los requerimientos de cobertura de protección para el venado cola blanca.
- La obtención de un IH (Índice de Habitabilidad) bueno para el componente cobertura, significa que para el momento del análisis (el que representa al final de la época seca), el hábitat del venado cola blanca en el sector Sauce Grande del CCEA logró cubrir todas las necesidades de este componente para la especie.
- De acuerdo a los resultados obtenidos, el estado de la cobertura para el venado cola blanca en el área evaluada, no requiere de acciones de manejo inmediatas para su mejora o restablecimiento. Sin embargo, esto no significa que no deba continuarse la realización de estos análisis en el tiempo a fin de detectar cambios en el componente cobertura que sí requerirían intervención.
- Expresar los resultados de este estudio como IH (Índices de Habitabilidad) permite que estos sean compatibles con la metodología de evaluación de calidad de hábitat, por lo tanto, estos resultados pueden ser integrados a otros estudios relacionados a estimar la calidad del hábitat para el venado cola blanca en el CCEA, Sauce Grande, que empleen metodologías afines.

VI. RECOMENDACIONES

- Si bien es cierto que aplicando la metodología propuesta se lograron obtener resultados validados para la estimación de la cobertura, se recomienda probar otras metodologías de análisis espacial orientadas a detectar objetos remotamente, continuando con el empleo de imágenes de alta resolución como en el presente estudio.
- Para una mejor caracterización de las clases que comprenden el mapa de clasificación supervisada, se recomienda la realización de un inventario de especies vegetales, y su análisis desde el punto de vista de su aptitud para brindar cobertura térmica y/o de protección al venado durante la época seca.
- El IH (Índice de Habitabilidad) de la cobertura para el venado cola blanca debe seguir siendo evaluado con la mayor frecuencia posible para poder conocer su estado en el tiempo, principalmente durante los periodos secos en los que el hábitat sufre la presión de la escasez de agua. Dada la frecuencia de adquisición de imágenes por parte de la constelación *Planetscope* para todo el planeta, se recomienda el empleo de estas imágenes para estudios sobre el CCEA, Sauce Grande durante las épocas secas, pues es muy probable de que las imágenes requeridas estén disponibles.
- Se recomienda que, en los modelos de índices de habitabilidad, el componente cobertura sea evaluado respecto a la totalidad del área de estudio, mientras ésta no presente elementos que restrinjan el desplazamiento de la especie evaluada sobre ella.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albuja Viteri, LH. 2007. Biología y Ecología del Venado de Cola Blanca (*Odocoileus virginianus ustus* Gray, 1874) en un sector de páramo. :34-57.

Anderson, WH; Wentz, WA; Treadwel, BD. 1987. Una Guía sobre Información de Sensores Remotos para Biólogos Especializados en Vida Silvestre. In Rubén, R (ed.). s.l., The Wildlife Society. U.S.A. p. 305-320.

Barrio, J; García-Olaechea, D; More, A. 2015. The avifauna of El Angolo Hunting Reserve, North-West Peru: Natural history notes. Bulletin of the British Ornithologists' Club 135(1):6-20.

Bello-Gutiérrez, J; Contreras-Moreno, FM; Santos-Zúñiga, J; Méndez-León, M. 2015. Ecología del venado cola blanca y Temazate en el estado de Tabasco. XII Simposio sobre venados de México. (June 2010).

Brokx, PA. 1984. White-tailed deer of South America. In Halls, LK (ed.). U.S.A., Wildlife Managment Institute. p. 525-546.

Castillo, G. 2020. Patrones de actividad del Venado Cola Blanca (*Odocoileus Virginianus*) en el Coto de Caza El Angolo, basados en información recogida por cámaras trampa. s.l., Universidad Nacional Agraria La Molina. 72 p.

Club de Caza, Pesca y Turismo - Piura CCPT-P. (2011). Plan de Manejo del Venado Cola Blanca *Odocoileus virginianus peruvianus* (Gray, 1874) 2011 - 2015. Piura, s.e.

_____. (2016). Plan de Manejo Cinegético del Venado Cola Blanca (*Odocoileus Virginianus Zimmermann, 1780*) en Sauce Grande (2016-2020). Piura, s.e.

Céspedes, L. 2017. Caracterización General del Coto de Caza El Angolo. Ecosistemas del norte del Perú: El Coto de Caza El Angolo I:13-27.

Chuvioco, E. 2010. Teledetección Ambiental. La observación de la Tierra desde el espacio. 1ra ed. s.l., Ariel S.A.

Congalton, RG; Green, K. 2009. Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices. 2nd ed. Taylor & Francis Group (ed.). s.l., CRC Press, vol.25. 210 p.

Congalton, RG; Stenback, JM; Barrett, RH. 1993. Mapping deer habitat suitability using remote sensing and geographic information systems. *Geocarto International* 8(3):23-33. DOI: <https://doi.org/10.1080/10106049309354417>.

Delfín-Alfonso, CA; Gallina, S. 2007. Modelo de Evaluación de Hábitat para el Venado Cola Blanca en un Bosque Tropical Caducifolio en México. In Zunino, M; Melic, A (eds.). s.l., Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.), vol.7. p. 193-202.

Delfín-Alfonso, CA; Gallina, S; López-González, CA. 2009. Evaluación del hábitat del venado cola blanca utilizando modelos espaciales y sus implicaciones para el manejo en el centro de Veracruz, México. *Mongabay.com Open Access Journal -Tropical Conservation Science* 2(2):215-228. DOI: <https://doi.org/10.1177/194008290900200208>.

Figallo, C. 1997. Análisis digital de imágenes de satélite para la clasificación del bosque seco del nor-oeste peruano. s.l., Universidad Nacional Agraria La Molina. 167 p.

Fulbright, TE; Ortega-S., JA. 2007. Ecología y Manejo de Venado Cola Blanca. s.l., Texas A&M University Press. 280 p.

Galindo-Leal, C; Weber, M. 1998. El venado de la Sierra Madre Occidental. Primera ed. CONABIO; EDICUSA (eds.). Mexico City, Ediciones Culturales S.A. de C.V.

Gallina, S; López-González, CA. 2011. Manual de técnicas para el estudio de la fauna (en línea). Mexico, Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A. C. Querétaro. 377 p. Disponible en:

http://www.uaq.mx/FCN/Investigacion/MANUAL_DE_TECNICAS_PARA_EL_ESTUDIO_DE_LA_FAUNA.pdf.

Gallina, S; Mandujano, S; Bello, J; López Arévalo, HF; Weber, M. 2009. White-tailed deer *Odocoileus virginianus* (Zimmermann 1780). In Gimenez Dixon, M (ed.). s.l., s.e. p. 101-118.

Gallina, S; Mandujano, S; Villareal, OA. 2014. Monitoreo y manejo del Venado cola blanca: Conceptos y métodos. Universidad Autónoma de Puebla. Xalapa, Ver. México, Instituto de Ecología, A. C. y Benemérita. 220 p.

Hall, LS; Krausman, PR; Morrison, ML. 1997. The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin* 25(1):173-182.

Hernández-Silva, DA; Cortés-Díaz, E; Zaragoza-Ramírez, JL; Martínez-Hernández, PA; González-Bonilla, GT; Rodríguez-Castañeda, B; Hernández-Sedas, DA. 2010. Hábitat del venado cola blanca, en la Sierra de Huautla, Morelos, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 27(1):47-66.

Janssen, LLF. 2004. Visual image interpretation. In Kerle, N; Janssen, LLF; Huurneman, G (eds.). Enschede, The International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC). p. 383-414.

Krausman, PR. 1999. Some Basic Principles of Habitat Use. *Grazing Behavior of Livestock and Wildlife* :85-90.

Lajo, R. 2017. Calidad de hábitat a partir de índices de habitabilidad en el Perú – Caso: *Simosciurus neboxii* (Rodentia: Sciuridae). s.l., Universidad Nacional Agraria La Molina. 181 p.

López, E. 2014. Patrón de actividad del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. s.l., Universidad Veracruzana. 66 p.

Marchinton, R; Hirth, D. 1984. Behavior. In Halls, L (ed.). U.S.A., Wildlife Management Institute. p. 129-168.

Mas, J-F; Pérez-Vega, A; Ghilardi, A; Martínez, S; Loya-Carrillo, JO; Vega, E. 2014. A Suite of Tools for Assessing Thematic Map Accuracy. *Geography Journal* 2014:1-10. DOI: <https://doi.org/10.1155/2014/372349>.

Maselli, F; Conese, C; Petkov, L; Resti, R. 1992. Inclusion of Prior Probabilities Derived from a Nonparametric Process into the Maximum- Likelihood Classifier. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 58(2):201-207.

Ministerio de Agricultura (MINAG). 2005. Coto de Caza El Angolo Plan Maestro 2005-2009. Lima, INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales).

Miranda, BR; Porter, WF. 2003. Statewide Habitat Assessment for White-Tailed Deer in Arkansas Using Satellite Imagery. *Wildlife Society Bulletin* 31(3):715-726.

Mysterud, A; Ostbye, E. 1999. Cover as a habitat element for temperate ungulates: effects on habitat selection and demography (en línea). *Wildlife Society Bulletin* 27(2):385-394. DOI: <https://doi.org/10.2307/3783905>.

Nogueira, SHM; Silva de Faria, A; Araújo, A; Camargos, G; Matos e Silva, AP; Raiane, J; Razoto, P; Silva, IH; Parente, L; Ferreira, L. 2019. Interpretação Visual De Pontos Em Imagens Históricas Landsat (1985-2017) Para a Classificação Do Uso E Cobertura Do Solo Nos Biomas Brasileiros . .

Ojasti, J. 2000. Manejo de Fauna Silvestre Neotropical (en línea). Series # 5. Dallmeier, F (ed.). Washington D.C, Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program, vol.144. 304 p. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0370-41062004000400012>.

Olson, R. 1992. White-Tailed Deer Habitat Requirements & Management in Wyoming. s.l., s.e. p. 22.

PCI Geomatics. 2018. Signature separability (SIGSEP) (en línea, sitio web). Consultado 25 abr. 2019. Disponible en http://www.pcigeomatics.com/geomatica-help/references/pciFunction_r/python/P_sigsep.html.

Planet. 2018. Planet Explorer (en línea, sitio web). Consultado 8 sep. 2018. Disponible en https://www.planet.com/explorer/#/mosaic/global_monthly_2018_08_mosaic.

_____. 2019. Planet imagery product specifications (en línea). s.l., Planet Labs Inc. p. 99. Disponible en https://assets.planet.com/docs/Planet_Combined_Imagery_Product_Specs_letter_screen.pdf.

Príncipe, E; Céspedes, L. 2017. Análisis de cobertura vegetal en el coto de caza el angolo. Ecosistemas del norte del Perú: El Coto de Caza El Angolo I:29-43.

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). Lima, s.e. 75 p.

Richards, JA. 2013. Remote Sensing Digital Image Analysis. 5th ed. Springer (ed.). Berlin, s.e. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-30062-2>.

Rodríguez, O. 2016. Modelación de la Dinámica Poblacional del Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus goudotii*) en el Parque Nacional Natural Chingaza. s.l., Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 1-197 p.

Segura, W. 1995. Uso de Sensores Remotos y Sistemas de Información Geográfica en la Evaluación del Hábitat Potencial del Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*), Bagaces, Guanacaste, Costa Rica. s.l., Universidad Nacional Heredia. 176 p.

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP). 2009. Plan Director de las Áreas Naturales Protegidas (Estrategia nacional). :232.

_____. 2018. Reserva de Biosfera del Noroeste Amotapes-Manglares (en línea, sitio web). Disponible en <http://www.sernanp.gob.pe/reserva-de-biosfera-noroeste>.

_____. 2019. El Angolo (en línea, sitio web). Disponible en <https://www.sernanp.gob.pe/el-angolo>.

Short, HL. 1986. Habitat Suitability Index Models: White-Tailed Deer in the Gulf of Mexico and South Atlantic coastal plains. Biol.Rep. s.l., s.e.

Smith, WP. 1991. *Odocoileus virginianus*. s.l., American Society of Mammalogists. p. 1-13
DOI: <https://doi.org/10.1644/826.1.Key>.

U.S. Fish and Wildlife Service (USFWS). 1980. Habitat as a Basis for Environmental Assessment. s.l., U.S. Fish and Wildlife Service - Division of Ecological Services.

_____. 1981. Standards for the Development of Habitat Suitability Index Models. Washington, DC., Division of Ecological Services U.S. Fish and Wildlife Service Department of the Interior. p. 171.

Vásquez, P; Burneo, F; Canziani, E; 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. s.l., Centro de Datos para la Conservación – Universidad Nacional Agraria La Molina. La Molina. 154 p.

Vásquez, P; Justo, MS. 2009. La Fauna Silvestre del Coto de Caza El Angolo. Una guía para la identificación de las aves. s.l., Centro de Datos para la Conservación – Universidad Nacional Agraria La Molina. La Molina,. 103 p.

Vásquez, R. 2018. Disponibilidad actual de alimentos para el *Odocoileus virginianus* en el sector Sauce Grande, Coto de Caza, el Angolo, Piura, Perú. s.l., Universidad Nacional Agraria La Molina. 130 p.

Verme, LJ; Ullrey, DE. 1984. Physiology and Nutrition. In Halls, L (ed.). U.S.A., Wildlife Managment Institute. p. 91-118.

Weber, M. 2014. Temazates y venados cola blanca tropicales. s.l., s.e. 421-452 p.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Detalle de los puntos de información de campo

Código punto de toma de datos	Coordenadas UTM de muestra. Datum WGS84, zona 17S		Clase de Referencia	Categoría de Clasificación
	X	Y		
1-E	524688	9510072	Lecho de río - superficie de piedra	Lecho de río - superficie de piedra
1-N	524683	9510081	Árbol perennifolio	Árbol perennifolio
1-O	524679	9510071	Lecho de río - superficie de piedra	Lecho de río - superficie de piedra
1-S	524681	9510066	Lecho de río - superficie de piedra	Lecho de río - superficie de piedra
2-E	524366	9510122	Árbol perennifolio	Árbol perennifolio
2-N	524329	9510126	Lecho de río - superficie de piedra	Lecho de río - superficie de piedra
2-O	524299	9510119	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso
2-S	524329	9510119	Lecho de río - superficie de piedra	Lecho de río - superficie de piedra
3-E	524361	9510362	Suelo desnudo	Suelo desnudo
3-N	524367	9510357	Suelo desnudo	Suelo desnudo
3-O	524353	9510359	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Suelo desnudo
3-S	524361	9510352	Suelo desnudo	Suelo desnudo
5-E	524492	9510688	Matorral seco denso	Matorral seco denso
5-N	524486	9510698	Matorral seco denso	Matorral seco denso
5-O	524484	9510690	Matorral seco denso	Matorral seco denso
5-S	524485	9510679	Matorral seco denso	Matorral seco denso
6-E	524309	9511108	Árbol perennifolio	Árbol perennifolio
6-N	524291	9511129	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
6-O	524235	9511110	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
6-S	524278	9511101	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
7-E	524246	9511826	Matorral seco denso	Matorral seco denso
7-N	524241	9511829	Matorral seco denso	Matorral seco denso
7-O	524242	9511819	Matorral seco denso	Matorral seco denso
7-S	524242	9511825	Matorral seco denso	Matorral seco denso
8-E	524114	9512335	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
8-N	524105	9512339	Matorral seco denso	Matorral seco denso
8-O	524101	9512335	Matorral seco denso	Matorral seco denso
8-S	524109	9512328	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
9-E	524315	9512651	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
9-N	524292	9512669	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso

«Continuación»

Código punto de toma de datos	Coordenadas UTM de muestra. Datum WGS84, zona 17S		Clase de Referencia	Categoría de Clasificación
	X	Y		
9-O	524282	9512662	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
9-S	524297	9512636	Árbol con epífitas	Árbol perennifolio
10-E	524484	9513007	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Matorral seco denso
10-N	524468	9513019	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
10-O	524466	9513010	Matorral seco denso	Matorral seco denso
10-S	524475	9512989	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Matorral seco denso
11-E	524195	9513853	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
11-N	524201	9513841	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Matorral seco denso
11-O	524186	9513847	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
11-S	524197	9513838	Matorral seco denso	Matorral seco denso
12-E	523733	9513967	Árbol con epífitas	Árbol perennifolio
12-N	523716	9513975	Matorral seco denso	Matorral seco denso
12-O	523708	9513965	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
12-S	523718	9513955	Matorral seco denso	Matorral seco denso
13-E	523012	9514139	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
13-N	523031	9514118	Matorral seco denso	Matorral seco denso
13-O	522997	9514114	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
13-S	523015	9514096	Matorral seco denso	Matorral seco denso
14-E	522154	9513845	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
14-N	522143	9513823	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Matorral seco denso
14-O	522124	9513827	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
14-S	522134	9513818	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
15-E	522048	9513267	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Matorral seco denso
15-N	522043	9513252	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Matorral seco denso
15-O	522032	9513251	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
15-S	522035	9513242	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
16-E	522264	9512907	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Matorral seco denso
16-N	522259	9512909	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Matorral seco denso
16-O	522245	9512906	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
16-S	522259	9512900	Matorral seco denso	Matorral seco denso

«Continuación»

Código punto de toma de datos	Coordenadas UTM de muestra. Datum WGS84, zona 17S		Clase de Referencia	Categoría de Clasificación
	X	Y		
17-E	522614	9512435	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
17-N	522619	9512477	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol perennifolio
17-O	522598	9512428	Matorral seco denso	Matorral seco denso
17-S	522598	9512437	Matorral seco denso	Matorral seco denso
18-E	522606	9511875	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas - matorral seco denso
18-N	522585	9511891	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Matorral seco denso
18-O	522573	9511860	Matorral seco denso	Matorral seco denso
18-S	522581	9511847	Matorral seco denso	Matorral seco denso
19-E	522833	9511465	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
19-N	522826	9511478	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
19-O	522817	9511448	Matorral seco denso	Matorral seco denso
19-S	522801	9511463	Matorral seco denso	Matorral seco denso
20-E	522158	9514207	Matorral seco denso	Matorral seco denso
20-N	522150	9514223	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
20-O	522148	9514207	Matorral seco denso	Matorral seco denso
20-S	522151	9514198	Matorral seco denso	Matorral seco denso
21-E	522060	9514510	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
21-N	522045	9514518	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
21-O	522045	9514500	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
21-S	522036	9514506	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
22-E	521125	9514591	Matorral seco denso	Matorral seco denso
22-N	521122	9514598	Matorral seco denso	Matorral seco denso
22-O	521117	9514593	Matorral seco denso	Matorral seco denso
22-S	521119	9514584	Matorral seco denso	Matorral seco denso
23-E	520861	9514474	Matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
23-N	520847	9514487	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso
23-O	520837	9514479	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso
23-S	520853	9514470	Matorral seco denso	Matorral seco denso
24-E	520460	9514375	Matorral seco denso	Matorral seco denso
24-N	520468	9514370	Matorral seco denso	Matorral seco denso
24-O	520433	9514373	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
24-S	520462	9514365	Matorral seco denso	Matorral seco denso

«Continuación»

Código punto de toma de datos	Coordenadas UTM de muestra. Datum WGS84, zona 17S		Clase de Referencia	Categoría de Clasificación
	X	Y		
25-E	520207	9514154	Matorral seco denso	Matorral seco denso
25-N	520198	9514165	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso
25-O	520183	9514156	Árbol perennifolio	Árbol perennifolio
25-S	520199	9514145	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Matorral seco denso
26-E	520244	9513752	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Matorral seco denso
26-N	520237	9513757	Matorral seco denso	Matorral seco denso
26-O	520232	9513754	Matorral seco denso	Matorral seco denso
26-S	520241	9513743	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
27-E	520208	9513341	Suelo desnudo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
27-N	520205	9513359	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
27-O	520189	9513340	Árbol perennifolio	Árbol perennifolio
27-S	520211	9513326	Árbol perennifolio	Árbol perennifolio
28-E	520188	9513145	Suelo desnudo	Suelo desnudo
28-N	520180	9513160	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
28-O	520177	9513145	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
28-S	520182	9513132	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
29-E	520013	9512942	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
29-N	520033	9512926	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso
29-O	520006	9512925	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
29-S	520017	9512915	Árbol perennifolio	Árbol perennifolio
30-E	520049	9512761	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Matorral seco denso
30-N	520045	9512765	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Matorral seco denso
30-O	520045	9512756	Matorral seco denso	Matorral seco denso
30-S	519936	9512726	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
31-E	520114	9512576	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
31-N	520099	9512588	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
31-O	520099	9512566	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
31-S	520047	9512591	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Suelo desnudo
32-E	525362	9509783	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso
32-N	525325	9509788	Lecho de río - superficie de piedra	Lecho de río - superficie de piedra

«Continuación»

Código punto de toma de datos	Coordenadas UTM de muestra. Datum WGS84, zona 17S		Clase de Referencia	Categoría de Clasificación
	X	Y		
32-O	525314	9509780	Lecho de río - superficie de piedra	Lecho de río - superficie de piedra
32-S	525324	9509762	Lecho de río - superficie de piedra	Lecho de río - superficie de piedra
33-E	525951	9510276	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
33-N	525961	9510268	Suelo desnudo	Suelo desnudo
33-O	525938	9510272	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
33-S	525950	9510238	Matorral seco denso	Matorral seco denso
34-E	526151	9510554	Suelo desnudo	Suelo desnudo
34-N	526170	9510547	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
34-O	526124	9510551	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
34-S	526147	9510541	Suelo desnudo	Suelo desnudo
36-E	526384	9510610	Matorral seco denso	Matorral seco denso
36-N	526367	9510619	Suelo desnudo	Suelo desnudo
36-O	526364	9510601	Árbol perennifolio	Árbol perennifolio
36-S	526348	9510607	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
37-E	526670	9511262	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
37-N	526655	9511274	Suelo desnudo	Suelo desnudo
37-O	526657	9511253	Suelo desnudo	Suelo desnudo
37-S	526646	9511258	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
38-E	526649	9511917	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
38-N	526637	9511927	Suelo desnudo	Suelo desnudo
38-O	526637	9511909	Suelo desnudo	Suelo desnudo
38-S	526627	9511919	Suelo desnudo	Suelo desnudo
39-E	526878	9512045	Matorral seco denso	Matorral seco denso
39-N	526861	9512059	Matorral seco denso	Matorral seco denso
39-O	526847	9512053	Matorral seco denso	Matorral seco denso
39-S	526862	9512041	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
40-E	527114	9512244	Matorral seco denso	Matorral seco denso
40-N	527092	9512253	Suelo desnudo	Suelo desnudo
40-O	527081	9512246	Matorral seco denso	Matorral seco denso
40-S	527092	9512237	Suelo desnudo	Lecho de río - superficie de piedra
43-E	527235	9513009	Matorral seco denso	Matorral seco denso
43-N	527214	9513019	Matorral seco denso	Matorral seco denso
43-O	527204	9513016	Matorral seco denso	Matorral seco denso
43-S	527216	9512994	Matorral seco denso	Matorral seco denso

«Continuación»

Código punto de toma de datos	Coordenadas UTM de muestra. Datum WGS84, zona 17S		Clase de Referencia	Categoría de Clasificación
	X	Y		
44-E	527525	9513055	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
44-N	527503	9513065	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
44-O	527483	9513068	Matorral seco denso	Matorral seco denso
44-S	527503	9513039	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
45-E	527756	9513136	Suelo desnudo	Suelo desnudo
45-N	527723	9513146	Lecho de río - superficie de piedra	Lecho de río - superficie de piedra
45-O	527712	9513128	Árbol perennifolio	Árbol perennifolio
45-S	527723	9513130	Lecho de río - superficie de piedra	Lecho de río - superficie de piedra
46-E	527938	9513236	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
46-N	527931	9513245	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
46-O	527927	9513221	Suelo desnudo	Suelo desnudo
46-S	527920	9513236	Suelo desnudo	Suelo desnudo
47-E	528566	9517424	Matorral seco denso	Matorral seco denso
47-N	528574	9517418	Matorral seco denso	Matorral seco denso
47-O	528559	9517420	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
47-S	528565	9517414	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
48-E	528051	9517539	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
48-N	528074	9517529	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
48-O	528041	9517527	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
48-S	528056	9517513	Árbol perennifolio	Árbol perennifolio
49-E	527837	9517543	Matorral seco denso	Matorral seco denso
49-N	527825	9517552	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
49-O	527824	9517529	Suelo desnudo	Suelo desnudo
49-S	527803	9517543	Matorral seco denso	Matorral seco denso
50-E	527638	9517582	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
50-N	527632	9517590	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
50-O	527619	9517579	Matorral seco denso	Matorral seco denso
50-S	527627	9517568	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
51-E	526773	9517520	Matorral seco denso	Matorral seco denso
51-N	526777	9517502	Matorral seco denso	Matorral seco denso
51-O	526745	9517507	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
51-S	526765	9517489	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso

«Continuación»

Código punto de toma de datos	Coordenadas UTM de muestra. Datum WGS84, zona 17S		Clase de Referencia	Categoría de Clasificación
	X	Y		
52-E	526588	9517817	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
52-N	526582	9517818	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
52-O	526573	9517819	Matorral seco denso	Matorral seco denso
52-S	526582	9517808	Matorral seco denso	Matorral seco denso
53-E	526307	9518067	Matorral seco denso	Matorral seco denso
53-N	526303	9518074	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
53-O	526302	9518066	Matorral seco denso	Matorral seco denso
53-S	526303	9518062	Matorral seco denso	Matorral seco denso
54-E	526222	9518366	Matorral seco denso	Árbol perennifolio
54-N	526214	9518384	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
54-O	526220	9518356	Matorral seco denso	Matorral seco denso
54-S	526210	9518365	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
55-E	525899	9518644	Matorral seco denso	Matorral seco denso
55-N	525912	9518636	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
55-O	525887	9518633	Matorral seco denso	Matorral seco denso
55-S	525904	9518623	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
56-E	524899	9518701	Matorral seco denso	Matorral seco denso
56-N	524894	9518705	Matorral seco denso	Matorral seco denso
56-O	524893	9518697	Matorral seco denso	Matorral seco denso
56-S	524886	9518702	Matorral seco denso	Matorral seco denso
57-E	524368	9518599	Matorral seco denso	Matorral seco denso
57-N	524358	9518608	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
57-O	524344	9518594	Matorral seco denso	Matorral seco denso
57-S	524353	9518586	Matorral seco denso	Matorral seco denso
58-E	523580	9518430	Matorral seco denso	Matorral seco denso
58-N	523577	9518440	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
58-O	523567	9518429	Matorral seco denso	Matorral seco denso
58-S	523575	9518425	Matorral seco denso	Matorral seco denso
59-E	523217	9518326	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
59-N	523204	9518329	Matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
59-O	523199	9518324	Matorral seco denso	Matorral seco denso
59-S	523205	9518319	Matorral seco denso	Matorral seco denso
60-E	522903	9518081	Matorral seco denso	Matorral seco denso
60-N	522913	9518076	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Matorral seco denso

«Continuación»

Código punto de toma de datos	Coordenadas UTM de muestra. Datum WGS84, zona 17S		Clase de Referencia	Categoría de Clasificación
	X	Y		
60-O	522898	9518072	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
60-S	522905	9518065	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Matorral seco denso
61-E	522793	9517232	Matorral seco denso	Matorral seco denso
61-N	522790	9517239	Matorral seco denso	Matorral seco denso
61-O	522772	9517234	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
61-S	522794	9517214	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas
62-E	523157	9517069	Matorral seco denso	Matorral seco denso
62-N	523147	9517075	Suelo desnudo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
62-O	523136	9517066	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
62-S	523147	9517060	Matorral seco denso	Matorral seco denso
63-E	528329	9517031	Matorral seco denso	Matorral seco denso
63-N	528321	9517048	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso
63-O	528308	9517045	Matorral seco denso	Matorral seco denso
63-S	528314	9517022	Matorral seco denso	Matorral seco denso
64-E	528041	9516860	Matorral seco denso	Matorral seco denso
64-N	528027	9516872	Matorral seco denso	Matorral seco denso
64-O	528024	9516843	Matorral seco denso	Matorral seco denso
64-S	528015	9516866	Matorral seco denso	Matorral seco denso
65-E	527876	9516736	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
65-N	527885	9516727	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
65-O	527867	9516723	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
65-S	527875	9516716	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
66-E	527710	9516587	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
66-N	527687	9516593	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
66-O	527684	9516571	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
66-S	527673	9516586	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
67-E	527342	9516629	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
67-N	527324	9516632	Matorral seco denso	Matorral seco denso
67-O	527314	9516636	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
67-S	527322	9516614	Matorral seco denso	Matorral seco denso
68-E	527181	9516571	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
68-N	527177	9516575	Matorral seco denso	Matorral seco denso

«Continuación»

Código punto de toma de datos	Coordenadas UTM de muestra. Datum WGS84, zona 17S		Clase de Referencia	Categoría de Clasificación
	X	Y		
68-O	527173	9516571	Matorral seco denso	Matorral seco denso
68-S	527174	9516559	Matorral seco denso	Matorral seco denso
69-E	527147	9516503	Matorral seco denso	Matorral seco denso
69-N	527135	9516506	Matorral seco denso	Matorral seco denso
69-O	527129	9516502	Matorral seco denso	Matorral seco denso
69-S	527134	9516494	Matorral seco denso	Matorral seco denso
70-E	527020	9516466	Suelo desnudo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
70-N	527028	9516457	Matorral seco denso	Matorral seco denso
70-O	527015	9516458	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
70-S	527017	9516451	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
71-E	526909	9516427	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
71-N	526904	9516431	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
71-O	526877	9516431	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
71-S	526904	9516417	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
72-E	526706	9516467	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
72-N	526701	9516472	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
72-O	526703	9516466	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
72-S	526696	9516469	Matorral seco denso	Matorral seco denso
73-E	529085	9517723	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
73-N	529111	9517706	Matorral seco denso	Matorral seco denso
73-O	529080	9517711	Suelo desnudo	Suelo desnudo
73-S	529094	9517685	Matorral seco denso	Matorral seco denso
74-E	529134	9517837	Matorral seco denso	Matorral seco denso
74-N	529125	9517853	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
74-O	529117	9517837	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
74-S	529125	9517831	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
75-E	529217	9517856	Suelo desnudo	Suelo desnudo
75-N	529226	9517854	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
75-O	529211	9517852	Suelo desnudo	Suelo desnudo
75-S	529216	9517849	Suelo desnudo	Suelo desnudo
76-E	529330	9517926	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
76-N	529319	9517942	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo

«Continuación»

Código punto de toma de datos	Coordenadas UTM de muestra. Datum WGS84, zona 17S		Clase de Referencia	Categoría de Clasificación
	X	Y		
76-O	529313	9517925	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
76-S	529322	9517919	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
77-E	529264	9518051	Matorral seco denso	Matorral seco denso
77-N	529255	9518059	Matorral seco denso	Matorral seco denso
77-O	529234	9518045	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
77-S	529254	9518044	Matorral seco denso	Matorral seco denso
78-E	529329	9518145	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	Árbol perennifolio
78-N	529309	9518151	Suelo desnudo	Suelo desnudo
78-O	529291	9518149	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
78-S	529310	9518147	Suelo desnudo	Suelo desnudo
79-E	529329	9518196	Suelo desnudo	Suelo desnudo
79-N	529321	9518200	Suelo desnudo	Suelo desnudo
79-O	529318	9518196	Suelo desnudo	Suelo desnudo
79-S	529319	9518191	Suelo desnudo	Suelo desnudo
80-E	529327	9518246	Suelo desnudo	Suelo desnudo
80-N	529321	9518251	Suelo desnudo	Suelo desnudo
80-O	529299	9518249	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
80-S	529322	9518240	Suelo desnudo	Suelo desnudo
81-E	528801	9516720	Matorral seco denso	Matorral seco denso
81-N	528782	9516730	Suelo desnudo	Suelo desnudo
81-O	528764	9516722	Matorral seco denso	Matorral seco denso
81-S	528782	9516707	Suelo desnudo	Suelo desnudo
82-E	528761	9517183	Matorral seco denso	Matorral seco denso
82-N	528749	9517184	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
82-O	528737	9517180	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
82-S	528746	9517171	Suelo desnudo	Suelo desnudo
83-E	528700	9517409	Árbol perennifolio	Árbol con epífitas
83-N	528683	9517392	Árbol perennifolio	Árbol perennifolio
83-O	528712	9517398	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
83-S	528703	9517391	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
84-E	528683	9517583	Suelo desnudo	Suelo desnudo
84-N	528685	9517601	Árbol perennifolio	Árbol perennifolio
84-O	528671	9517589	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso
84-S	528682	9517579	Lecho de río - superficie de piedra	Lecho de río - superficie de piedra

«Continuación»

Código punto de toma de datos	Coordenadas UTM de muestra. Datum WGS84, zona 17S		Clase de Referencia	Categoría de Clasificación
	X	Y		
G05-E	523891	9509908	Lecho de río - superficie de piedra	Lecho de río - superficie de piedra
G05-N	523888	9509920	Árbol perennifolio	Árbol perennifolio
G05-O	523864	9509909	Lecho de río - superficie de piedra	Lecho de río - superficie de piedra
G05-S	523888	9509882	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso
G06-E	523223	9510618	Lecho de río - superficie de piedra	Lecho de río - superficie de piedra
G06-N	523213	9510638	Árbol perennifolio	Árbol perennifolio
G06-O	523190	9510612	Árbol perennifolio	Árbol perennifolio
G06-S	523213	9510604	Árbol perennifolio	Árbol perennifolio
G07-E	521845	9511747	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso
G07-N	521826	9511771	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso
G07-O	521806	9511746	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
G07-S	521828	9511736	Lecho de río - superficie de piedra	Lecho de río - superficie de piedra
G18-E	521660	9514721	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Matorral seco denso
G18-N	521657	9514723	Matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
G18-O	521657	9514718	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Matorral seco denso
G18-S	521654	9514721	Matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
G30-E	524531	9510888	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G30-N	524545	9510873	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
G30-O	524521	9510877	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G30-S	524533	9510865	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
G41-E	522014	9513355	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
G41-N	522009	9513359	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
G41-O	522006	9513355	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
G41-S	522007	9513347	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Matorral seco denso
G42-E	529356	9514286	Suelo desnudo	Suelo desnudo
G42-N	529349	9514294	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Suelo desnudo
G42-O	529334	9514285	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
G42-S	529351	9514279	Suelo desnudo	Suelo desnudo
G51-E	528788	9517602	Árbol perennifolio	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso
G51-N	528776	9517610	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso

«Continuación»

Código punto de toma de datos	Coordenadas UTM de muestra. Datum WGS84, zona 17S		Clase de Referencia	Categoría de Clasificación
	X	Y		
G51-O	528757	9517604	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso
G51-S	528773	9517588	Árbol perennifolio	Árbol perennifolio
G63-E	525280	9518710	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G63-N	525266	9518716	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G63-O	525259	9518710	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G63-S	525266	9518707	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
G82-E	527017	9516203	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
G82-N	527004	9516209	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G82-O	526987	9516202	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
G82-S	527001	9516187	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
G83-E	526967	9515667	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
G83-N	526955	9515683	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G83-O	526949	9515669	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G83-S	526957	9515653	Árbol perennifolio	Árbol perennifolio
G85-E	527513	9514999	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G85-N	527503	9515016	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
G85-O	527503	9514991	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G85-S	527491	9515005	Árbol perennifolio	Árbol perennifolio
G86-E	527813	9514519	Árbol perennifolio	Árbol perennifolio
G86-N	527815	9514528	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G86-O	527797	9514523	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G86-S	527810	9514502	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G87-E	527890	9514235	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G87-N	527884	9514245	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G87-O	527869	9514239	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G87-S	527876	9514223	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G89-E	527746	9513814	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G89-N	527734	9513825	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G89-O	527719	9513811	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G89-S	527730	9513794	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G91-E	527512	9513536	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G91-N	527504	9513518	Árbol perennifolio	Matorral seco denso
G91-O	527468	9513518	Lecho de río - superficie de piedra	Lecho de río - superficie de piedra
G91-S	527503	9513508	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G102-E	528704	9513818	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	Árbol perennifolio

«Continuación»

Código punto de toma de datos	Coordenadas UTM de muestra. Datum WGS84, zona 17S		Clase de Referencia	Categoría de Clasificación
	X	Y		
G102-N	528720	9513808	Lecho de río - superficie de piedra	Lecho de río - superficie de piedra
G102-O	528679	9513805	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	Árbol perennifolio
G102-S	528698	9513802	Suelo desnudo	Suelo desnudo
G103-E	529003	9514175	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso
G103-N	528986	9514189	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
G103-O	528979	9514172	Suelo desnudo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
G103-S	528997	9514168	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso
G107-E	528706	9518189	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G107-N	528682	9518205	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
G107-O	528681	9518186	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso
G107-S	528685	9518177	Suelo desnudo	Suelo desnudo
G108-E	528680	9518933	Árbol perennifolio	Árbol perennifolio
G108-N	528667	9518942	Árbol perennifolio	Árbol perennifolio
G108-O	528649	9518930	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G108-S	528668	9518919	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso
G109-E	528572	9519349	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
G109-N	528590	9519317	Árbol perennifolio	Árbol perennifolio
G109-O	528562	9519311	Árbol con epífitas	Árbol perennifolio
G109-S	528573	9519293	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
G110-E	527687	9519486	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G110-N	527708	9519473	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
G110-O	527684	9519474	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
G110-S	527686	9519459	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G111-E	527092	9519813	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
G111-N	527083	9519831	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G111-O	527067	9519834	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G111-S	527075	9519810	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G112-E	526872	9520043	Matorral seco denso	Árbol con epífitas
G112-N	526864	9520061	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G112-O	526831	9520042	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G112-S	526853	9520033	Matorral seco denso	Árbol con epífitas
G113-E	527050	9520601	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
G113-N	527037	9520619	Matorral seco denso	Matorral seco denso

«Continuación»

Código punto de toma de datos	Coordenadas UTM de muestra. Datum WGS84, zona 17S		Clase de Referencia	Categoría de Clasificación
	X	Y		
G113-O	527020	9520604	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G113-S	527032	9520595	Árbol perennifolio	Árbol perennifolio
G115-E	527394	9520587	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G115-N	527372	9520597	Matorral seco denso	Árbol con epífitas
G115-O	527363	9520590	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G115-S	527374	9520586	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G116-E	527949	9520343	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
G116-N	527959	9520335	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
G116-O	527938	9520331	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G116-S	527950	9520326	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G121-E	528535	9519997	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
G121-N	528526	9520007	Matorral seco denso	Matorral seco denso
G121-O	528521	9519998	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas
G121-S	528525	9519981	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
G123-E	529250	9519605	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas
G123-N	529252	9519593	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Matorral seco denso
G123-O	529228	9519593	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
G123-S	529244	9519577	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
G124-E	529215	9518928	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
G124-N	529214	9518938	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
G124-O	529198	9518927	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
G124-S	529201	9518924	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
414-E	530101	9516340	Matorral seco denso	Matorral seco denso
414-N	530097	9516343	Matorral seco denso	Matorral seco denso
414-O	530093	9516340	Matorral seco denso	Matorral seco denso
414-S	530097	9516336	Matorral seco denso	Matorral seco denso
415-E	528849	9516611	Matorral seco denso	Matorral seco denso
415-N	528833	9516620	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
415-O	528820	9516608	Suelo desnudo	Suelo desnudo
415-S	528839	9516593	Matorral seco denso	Matorral seco denso
416-E	528784	9516070	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
416-N	528756	9516056	Matorral seco denso	Matorral seco denso
416-O	528809	9516054	Matorral seco denso	Matorral seco denso

«Continuación»

Código punto de toma de datos	Coordenadas UTM de muestra. Datum WGS84, zona 17S		Clase de Referencia	Categoría de Clasificación
	X	Y		
416-S	528781	9516032	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
417-E	528982	9514619	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
417-N	528967	9514613	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
417-O	528992	9514614	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
417-S	528975	9514593	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
422-E	528737	9513801	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
422-N	528721	9513807	Lecho de río - superficie de piedra	Lecho de río - superficie de piedra
422-O	528721	9513748	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso
422-S	528715	9513802	Árbol perennifolio	Árbol perennifolio
420-E	527106	9512923	Matorral seco denso	Matorral seco denso
420-N	527074	9512939	Matorral seco denso	Matorral seco denso
420-O	527062	9512923	Matorral seco denso	Matorral seco denso
420-S	527086	9512906	Matorral seco denso	Matorral seco denso
419-E	527565	9513067	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
419-N	527533	9513077	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
419-O	527510	9513059	Suelo desnudo	Suelo desnudo
419-S	527532	9513050	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
418-E	528190	9513349	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
418-N	528206	9513342	Matorral seco denso	Matorral seco denso
418-O	528156	9513342	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
418-S	528189	9513327	Suelo desnudo	Suelo desnudo
421-E	528920	9513082	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
421-N	528903	9513074	Matorral seco denso	Matorral seco denso
421-O	528954	9513074	Lecho de río - superficie de piedra	Lecho de río - superficie de piedra
421-S	528919	9513054	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	Matorral seco denso
423-E	529658	9517271	Matorral seco denso	Matorral seco denso
423-N	529642	9517283	Matorral seco denso	Matorral seco denso
423-O	529630	9517268	Matorral seco denso	Matorral seco denso
423-S	529642	9517253	Árbol con epífitas	Matorral seco denso
424-E	528488	9518963	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
424-N	528483	9518969	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
424-O	528479	9518964	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	Árbol con epífitas

«Continuación»

Código punto de toma de datos	Coordenadas UTM de muestra. Datum WGS84, zona 17S		Clase de Referencia	Categoría de Clasificación
	X	Y		
424-S	528484	9518957	Matorral seco denso	Árbol con epífitas
425-E	528682	9518699	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
425-N	528684	9518693	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
425-O	528677	9518693	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	Matorral seco denso
425-S	528688	9518686	Matorral seco denso	Matorral seco denso
429-E	528663	9518931	Árbol perennifolio	Árbol perennifolio
429-N	528657	9518939	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
429-O	528652	9518930	Árbol perennifolio	Árbol perennifolio
429-S	528657	9518927	Árbol perennifolio	Árbol perennifolio
426-E	527836	9519210	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	Matorral seco denso
426-N	527826	9519220	Matorral seco denso	Matorral seco denso
426-O	527826	9519206	Matorral seco denso	Matorral seco denso
426-S	527819	9519211	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	Árbol perennifolio
427-E	527277	9519720	Matorral seco denso	Matorral seco denso
427-N	527271	9519727	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
427-O	527266	9519720	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
427-S	527272	9519715	Matorral seco denso	Matorral seco denso
428-E	528691	9518246	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol perennifolio
428-N	528703	9518244	Árbol perennifolio	Árbol perennifolio
428-O	528686	9518245	Árbol perennifolio - matorral perennifolio denso	Árbol perennifolio
428-S	528693	9518238	Matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
430-E	526801	9520220	Matorral seco denso	Matorral seco denso
430-N	526796	9520229	Matorral seco denso	Matorral seco denso
430-O	526797	9520211	Matorral seco denso	Matorral seco denso
430-S	526790	9520221	Matorral seco denso	Matorral seco denso
439-E	528457	9517137	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
439-N	528448	9517151	Matorral seco denso	Matorral seco denso
439-O	528445	9517136	Matorral seco denso	Matorral seco denso
439-S	528448	9517135	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
440-E	527937	9516814	Matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
440-N	527958	9516809	Matorral seco denso	Matorral seco denso
440-O	527930	9516810	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso

«Continuación»

Código punto de toma de datos	Coordenadas UTM de muestra. Datum WGS84, zona 17S		Clase de Referencia	Categoría de Clasificación
	X	Y		
440-S	527937	9516794	Matorral seco denso	Matorral seco denso
441-E	527246	9516636	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
441-N	527260	9516632	Matorral seco denso	Matorral seco denso
441-O	527245	9516632	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas
441-S	527246	9516629	Matorral seco denso	Matorral seco denso
445-N	527197	9516616	Matorral seco denso	Matorral seco denso
445-E	527202	9516613	Matorral seco denso	Matorral seco denso
445-S	527197	9516610	Matorral seco denso	Matorral seco denso
442-E	526659	9516477	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
442-N	526646	9516480	Matorral seco denso	Matorral seco denso
442-O	526649	9516469	Matorral seco denso	Matorral seco denso
442-S	526638	9516473	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
443-E	526222	9516455	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Matorral seco denso
443-N	526224	9516451	Matorral seco denso	Matorral seco denso
443-O	526217	9516452	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Matorral seco denso
443-S	526222	9516446	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
450-E	529060	9519619	Matorral seco denso	Matorral seco denso
450-N	529048	9519623	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
450-O	529036	9519617	Matorral seco denso	Matorral seco denso
450-S	529047	9519611	Árbol caducifolio - matorral seco ralo	Árbol caducifolio - matorral seco ralo
1b-E	526438	9518000	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
1b -N	526430	9518009	Matorral seco denso	Matorral seco denso
1b -O	526426	9518002	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
1b -S	526429	9517997	Suelo desnudo	Matorral seco denso
2b-E	525769	9518673	Matorral seco denso	Matorral seco denso
2b -N	525766	9518677	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Árbol con epífitas - matorral seco denso
2b -O	525763	9518672	Matorral seco denso	Árbol perennifolio
2b -S	525766	9518670	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
3b-E	525294	9518671	Matorral seco denso	Matorral seco denso
3b -N	525299	9518664	Árbol con epífitas - matorral seco denso	Matorral seco denso
3b -O	525266	9518669	Árbol con epífitas	Árbol con epífitas
3b -S	525294	9518659	Matorral seco denso	Matorral seco denso

Fuente: Elaboración propia