

## INTRODUCCION

Al pasar de los años la superficie terrestre atraviesa diversos cambios, ya sea originado por causas naturales como los fenómenos climáticos, o por cambios antrópicos como la agricultura, la ganadería, etc. Sin embargo, la continua explotación humana del terreno, provoca gran pérdida de los recursos del suelo tal como la cobertura boscosa y conduce a un desgaste en la calidad del suelo.

Debe considerarse que a medida que existan más asentamientos humanos o urbes más grandes y numerosas, que realicen una mala planificación del proceso de ocupación, mayor será el cambio producido en el suelo, modificándolo de manera permanente si no se toman las medidas necesarias para remediar esta situación, por ende, es necesario realizar un óptimo aprovechamiento de los recursos del suelo.

En Bolivia la deforestación está orientada principalmente a la conversión de bosques en campos agrícolas y al desarrollo de la ganadería, ejerciendo una presión sobre los bosques y suelos, incrementando la deforestación de forma exponencial, principalmente realizada al margen de la ley, es decir de manera ilegal (**ABT, 2010**). La deforestación ha seguido una tendencia variable en el tiempo, con ritmos relativamente bajos hasta mediados de la década de 1980, habiéndose intensificado desde entonces hasta mediados de 2000. Actualmente ha tendido a estabilizarse, aunque con superficies anuales relativamente altas. Esta tendencia está relacionada con una serie de causas vinculadas con la economía política del uso de la tierra y bosques y asociadas al contexto económico y político (**Müller, 2014**).

En este contexto es necesario realizar un óptimo aprovechamiento de los recursos de la tierra, para que futuras generaciones puedan disponer de estos, de tal forma es

fundamental contar con información del estado general del mismo en zonas, de esta manera se lograra un desarrollo sostenible de los recursos de la tierra.

La utilización de imágenes satelitales o fotografías aéreas hace que el trabajo de monitoreo de cambios en el uso de suelo sea más fácil, mediante la interpretación o análisis, con la finalidad de obtener información de la superficie terrestre y sus cambios. La transformación perceptible y generalizable de la vegetación por los usos antrópicos a través de un intervalo de tiempo en determinada porción de terreno es considerada como el análisis del cambio en la cobertura y uso del suelo, y el respectivo resultado de su aplicación permitirá producir o generar determinadas recomendaciones y mejores alternativas sostenibles en cuanto al aprovechamiento de recursos naturales.

## JUSTIFICACION

Las comunidades de Candado Grande, Santa Rosa, Cañadón Buena Vista, La Florida y Villanueva, enfocan su economía fundamentalmente en la agricultura, sin embargo al igual que muchas otras poblaciones rurales, no se realiza una planificación para el uso del suelo, lo cual es un riesgo considerando que geográficamente se encuentran rodeadas de una gran variedad y riqueza de vegetación, por tanto existe la necesidad de realizar estudios de cobertura y uso de suelo para determinar la interacción que se genera a lo largo de los años, y de esta manera tener parámetros e indicadores que permitan realizar un mejor aprovechamiento del terreno.

Si bien existe la Zonificación Agroecológica y Socioeconómica, el Plan de uso de suelo y el Plan de ordenamiento Territorial para el territorio departamental, así como para el territorio de la Provincia Arce, el Municipio no aplica estos documentos técnicos normativos por desconocimiento o falta de personal especializado. Además, no se realiza capacitación ni asistencia técnica a los productores con el consiguiente mal uso y manejo del suelo provocando procesos de degradación de las tierras.

El análisis multitemporal permite detectar cambios entre diferentes fechas de referencia, deduciendo la evolución del medio natural o las repercusiones de la acción humana sobre el medio (**Chuvieco, 1990**). Por ello el presente trabajo apunta a evaluar la dinámica de los cambios en el uso de suelo ocurrido en las comunidades de Candado Grande, Santa Rosa, Villanueva, la Florida Y Cañadón Buenas Vista en los años 1998 y 2018.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivos General**

Determinar el cambio de uso y cobertura de la tierra mediante el análisis multitemporal y multiespectral de imágenes satelitales, en las comunidades, Candado Grande, Santa Rosa, Villanueva, La Florida y Cañadón Buena Vista, pertenecientes a la segunda sección de la Provincia Arce en los años, 1998 y 2018.

### **Objetivos Específicos**

- Identificar la cobertura y uso de la tierra en las comunidades, Candado Grande, Santa Rosa, Villanueva, La Florida y Cañadón Buena Vista, para el año 1998, a través del método no supervisado de imágenes satelitales utilizando como referencia las categorías de leyenda FAO UNESCO (1973).
- Identificar la cobertura y uso actual de la tierra en las comunidades, Candado Grande, Santa Rosa, Villanueva, La Florida y Cañadón Buena Vista, para el año 2018, a través del método no supervisado de imágenes satelitales utilizando como referencia las categorías de leyenda FAO UNESCO (1973).
- Cuantificar el cambio de uso y cobertura de la tierra, en los años 1998 y 2018 en las comunidades Candado Grande, Santa Rosa, Villanueva La Florida y Cañadón Buena Vista, mediante la elaboración de mapas vectoriales utilizando el software ArcGis Versión 10.3.

## **CAPITULO I**

### **REVISION BIBLIOGRAFICA I**

#### **1.1.- Cobertura vegetal**

La cobertura vegetal (vegetación) de un determinado espacio geográfico es la expresión actual observable del conjunto de interacciones complejas entre los diversos factores del medio (clima, rocas, relieve, suelos) desarrolladas a lo largo del tiempo y manifiestas en una combinación florística peculiar y en una determinada estructura organizativa (**Navarro, 1995**).

A la cobertura vegetal se la puede definir como la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biomásas con diferentes características fisonómicas y ambientales que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales. También se incluyen las coberturas vegetales inducidas que son el resultado de la acción humana como serían las áreas de cultivos (**Bennett, 1999**).

#### **1.2.- Vegetación natural**

La vegetación es la expresión fisonómica y estructural de la comunidad vegetal de un determinado sitio ante las condiciones que imperan en el ambiente, lo cual incluye un conjunto de factores físicos, químicos y biológicos. Así, la vegetación es el resultado del arreglo espacial, tanto vertical como horizontal, que encuentran las especies de plantas que cohabitan en un lugar al repartirse los recursos disponibles en la comunidad, lo que involucra el suelo y sus nutrientes, el agua y la luz disponibles. En otros términos, la vegetación es el producto de un conjunto de procesos tanto ecológicos como evolutivos que ocurren en la comunidad y que, a su vez, determina las condiciones ambientales que imperan en un sitio y tiempo determinado (**Duran, 2010**).

La vegetación se refiere a los aspectos cuantitativos de la arquitectura vegetal, es decir su distribución horizontal y vertical sobre la superficie, mientras que la flora corresponde a la definición cualitativa de esta arquitectura, referido a las especies componentes de ella (**Hernández, 2000**).

### **1.3.- Clasificación de la vegetación**

Cuando un geobotánico o ecólogo vegetal se sitúa en lo alto de una colina y observa un paisaje dominado por vegetación natural o seminatural en cualquier lugar del mundo, las principales diferencias que aprecia en el entorno son las de las distintas comunidades vegetales. Las diferencias más fácilmente apreciables serán las determinadas por la fisionomía o por las formas de vida de la vegetación, por ejemplo matorral frente al bosque. Estas unidades representarán también las mayores subdivisiones del paisaje en términos funcionales como ecosistemas. Cambios más sutiles en el paisaje serán también evidentes a través de variaciones en el color entre diferentes áreas de vegetación con la misma fisionomía. Estas variaciones en el color serán reflejo de diferencias en la composición específica en plantas y en el estado de desarrollo. Una parte considerable de la ciencia de la vegetación se centra en los métodos para caracterizar y definir la cubierta vegetal de esas áreas como diferentes comunidades vegetales; por ello es muy importante definir el concepto de comunidad vegetal. (**Alcaraz, 2013**).

Una comunidad de plantas puede ser definida como un conjunto de especies vegetales creciendo juntas en un lugar concreto que muestran una asociación o afinidad entre ellas. La idea de asociación es muy importante e implica que ciertas especies se encuentran creciendo juntas en unas localidades y ambientes determinados con mayor frecuencia de lo que sería esperable por puro azar. La mayoría de los ambientes en el mundo sustentan ciertas especies asociadas que pueden, por tanto, ser caracterizadas como una comunidad vegetal. (**Alcaraz, 2013**)

#### 1.4.- Uso de la tierra

La tierra no debe ser considerada simplemente como el suelo y la superficie topográfica, sino que abarca muchos otros elementos como los depósitos superficiales, los recursos de agua y clima y también las comunidades animales y vegetales que se han desarrollado como resultado de la interacción de esas condiciones físicas. Los resultados de las actividades humanas, reflejadas en cambios en la cobertura vegetativa o en las estructuras, también son vistas como características de la tierra. Cambiando uno de los factores tal como el uso de la tierra, tendrá un impacto sobre otros factores como la flora y la fauna, los suelos, la distribución superficial del agua y el clima. Los cambios en esos factores se pueden fácilmente explicar en razón de la ecodinámica del sistema y la importancia de sus relaciones en la planificación y el manejo de los recursos de la tierra es evidente. (FAO/UNEP, 2000).

El uso de tierra está caracterizado por los *arreglos, actividades e insumos que el hombre emprende en un cierto tipo de cobertura de la tierra para producir, cambiarla o mantenerla*. Esta definición de establecer un enlace directo entre la cobertura de la tierra y las acciones del hombre en su medio ambiente.

Los siguientes ejemplos son una ilustración adicional de las definiciones anteriores:

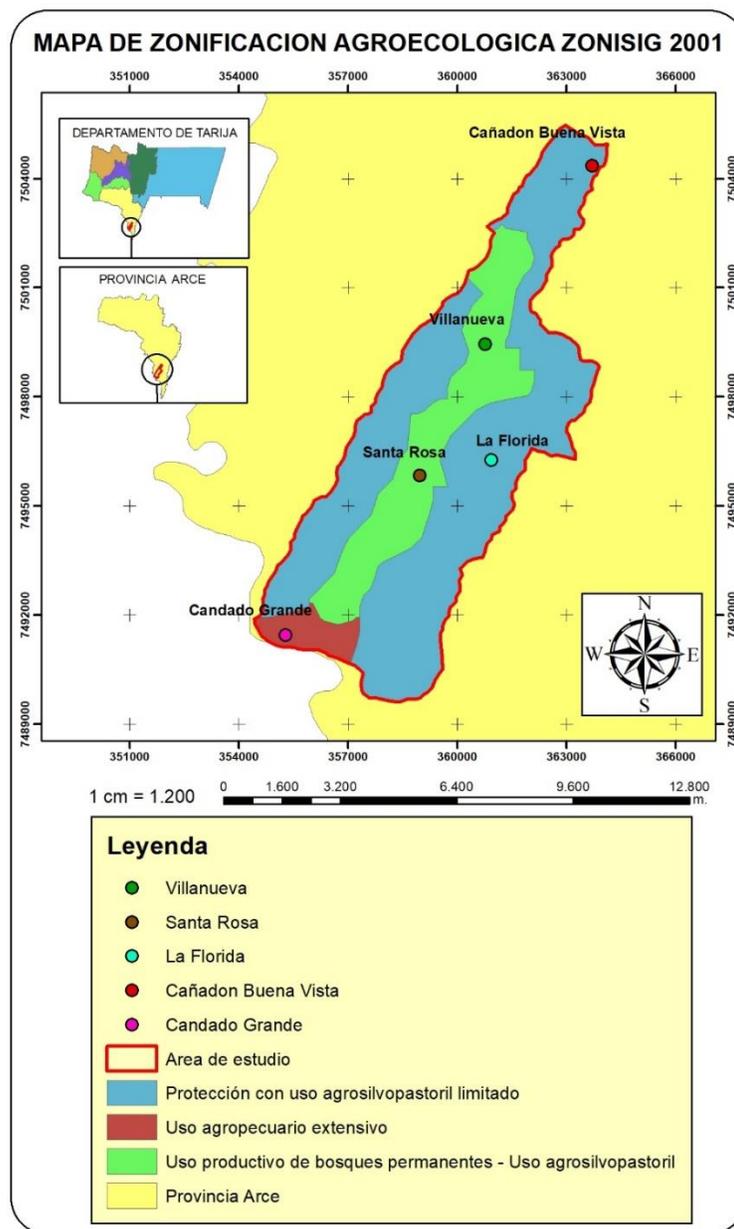
- "pastizal" es un término de cobertura, mientras que "área de pastoreo" o "cancha de tenis" se refieren al uso que se da a esta cobertura;
- "área de recreación" es un término de uso de tierra que puede ser aplicable a diferentes tipos de cobertura: por ejemplo, superficies arenosas, como una playa; un área construida como parque de recreación; bosques; etc. (Di Gregorio, 2005).

#### 1.5.- Categorías del uso del suelo en el área de estudio

De acuerdo a la Zonificación Agro-ecológica y Socioeconómica en el Departamento de Tarija (ZONISIG, 2001), en las comunidades Candado Grande, Santa Rosa,

Villanueva, La Florida y Cañadón Buena Vista como área de estudio se tiene las siguientes categorías de uso del suelo:

**Mapa Nro.1** Mapa de Zonificación Agroecológica adaptada el área de estudio



- **Uso agropecuario extensivo**

En muchas unidades existen pequeñas superficies que cuentan con regadío, generalmente sistemas rudimentarios, donde la producción de cultivos anuales como caña de azúcar, maíz, arroz y cítricos son los más importantes. La disponibilidad por productor de tierras agrícolas y de tierras en general, es respectivamente de 2,6 y 12,7 ha. en el Subandino. Se recomienda el uso agropecuario con vacunos, con la implementación de nuevos sistemas de regadío y el mejoramiento de los existentes como opción para incrementar la productividad y asegurar las cosechas de productos agrícolas y la producción de forrajes. El desarrollo de la fruticultura del subtrópico con especies como los cítricos y la palta es un importante sector productivo a desarrollar.

- **Uso productivo de bosques permanentes – Uso agrosilvopastoril**

La disponibilidad de recursos maderables es generalmente moderada a alta, presenta bosques generalmente densos transicionales con volúmenes maderables igualmente moderados a altos. La vegetación natural es variable, desde bosques ralos a densos mayormente siempre verdes, a bosque ralos bajos mayormente caducifolios, con volúmenes de productos maderables también variables desde muy bajos a altos en los sitios con mejor suelo y menos accesibles. Una importante proporción presenta una vegetación herbácea compuesta por pastizales y pajonales asociados con arbustales.

Generalmente estas unidades se ubican alejadas de los centros poblados, por tanto, la densidad poblacional es baja. La accesibilidad generalmente es media a muy baja. Existe una pronunciada migración temporal, donde el 63% de las familias entrevistadas tiene al menos un miembro trabajando temporalmente fuera de la unidad familiar de producción.

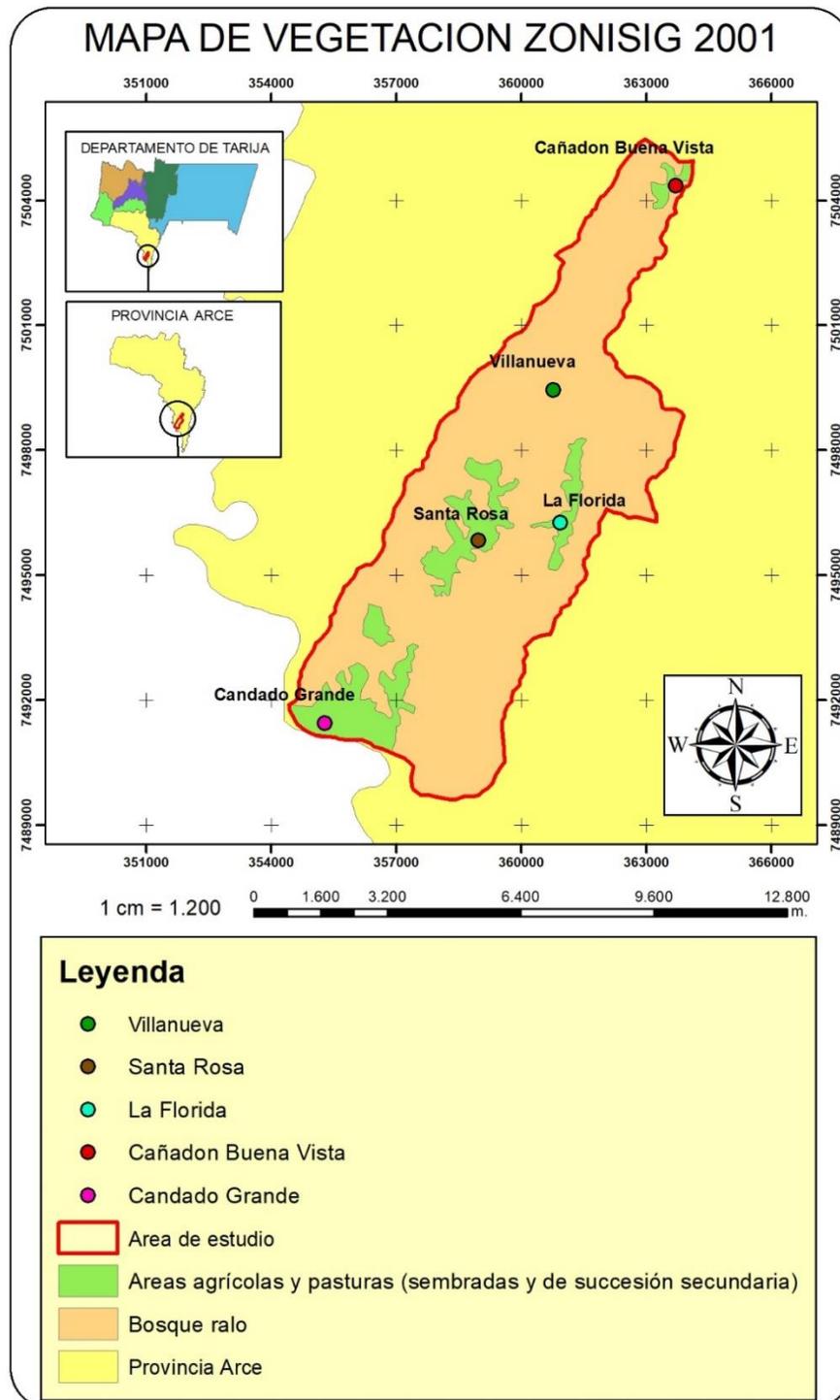
- **Protección con Uso Agrosilvopastoril limitado**

La cobertura vegetal presenta bosques densos siempre verdes con volúmenes maderables bajos a altos. Existe una abundante riqueza florística con muestras de selva de montaña, en buen estado de conservación que alberga una variada población de mamíferos terrestres y avifauna.

También se extrae madera en pequeña escala en forma selectiva, rudimentaria y generalmente clandestina de las especies de mayor valor económico. La población de animales silvestres es abundante, la misma que al presente se halla sometida a una fuerte presión por parte de cazadores de las poblaciones vecinas. La densidad poblacional generalmente es baja, aunque existen algunas áreas con densidad media; una gran parte del área se puede calificar como área de colonización por los contingentes humanos relativamente recientes asentados en dicha región, situación que conlleva la presencia de conflictos de tenencia de la tierra.

**1.6.- Categorías de cobertura vegetal en el área de estudio**

**Mapa Nro.2** Mapa de Zonificación Agroecológica adaptada el área de estudio



- **Áreas agrícolas y pasturas (sembradas y de sucesión secundaria)**

Caracterizado por áreas agrícolas extensivas, ubicadas en planicies y valles. La densidad poblacional es baja. La accesibilidad generalmente es media a muy baja. Existe una pronunciada migración temporal, donde el 63% de las familias entrevistadas tiene al menos un miembro trabajando temporalmente fuera de la unidad familiar de producción. Los campos de pastoreo son muy escasos, siendo nula en algunas zonas. Los vestigios de antiguos cultivos de maíz en laderas, se transforman en campos de gramíneas salvajes.

- **Bosque ralo**

Unidad que abarca sobre todo laderas de exposición este a oeste, se caracterizan por ser bosques de transición a matorrales o al bosque denso. La alta fragilidad de estos paisajes, hace que estas unidades de tierra sean vulnerables a la degradación de los suelos, la vegetación y la biodiversidad en general, debido a cultivos a secano, localizados en sus laderas.

### **1.7.- Sensores remotos**

Es el instrumento que se encuentran en la plataforma satelital que tiene a función de captar la energía procedente de las cubiertas terrestres. Existen variadas formas de clasificar estos sensores, una de las más estudiadas considera la fuente de energía que reciba (**Chuvieco, 2010**). Los Sensores Remotos permiten capturar información de los objetos sin tener un contacto directo con ellos, sus usos en aplicaciones sobre Recursos Naturales tienen una larga historia, dado que proporcionan información confiable sobre superficies extensas con alta precisión y costos razonables.

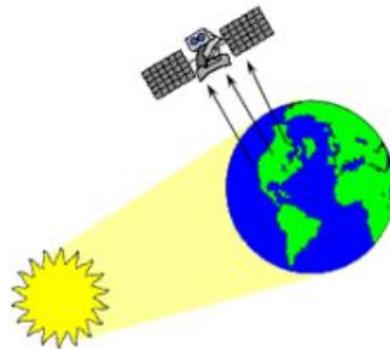
El uso de sensores remotos ha jugado un papel importante en la construcción de mapas, planos, interpretación de recursos y sus superficies, planificación territorial y estudios

urbanos. La tendencia actual es hacia el incremento de su utilización dado el avance tecnológico, el desarrollo de la computación y bajos costos de obtención de imágenes. Ellos pueden desenvolverse en forma conjunta o separada, y su utilización puede abarcar un amplio espectro del conocimiento (**Martínez & Díaz, 2005**).

En este contexto, se refiere a dos tipos de sensores:

- **Sensores pasivos**, cuando se limitan a receptar la energía proveniente de un foco exterior a ellos. Para la evaluación de los recursos naturales, las imágenes creadas por los sistemas de percepción pasiva son de mayor aplicación debido a que simplemente reciben las señales emitidas naturalmente y reflejadas por los objetos percibidos. Estas señales generadas por la radiación solar natural, pueden proveer una información muy rica sobre los objetos percibidos (**Martínez & Díaz, 2005**). Una ventaja de los sensores pasivos es que trabajan en todo el rango espectral y los activos solo trabajan en la región de las microondas y su desventaja que solo dependen de la luz solar, y no atraviesan nubes, por lo que se limita en algunas tareas (**IGAC, 2007**).

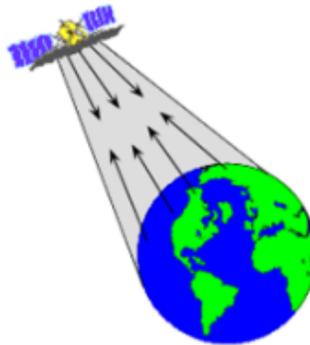
**Figura Nro. 1** Sensor Remoto Pasivo.



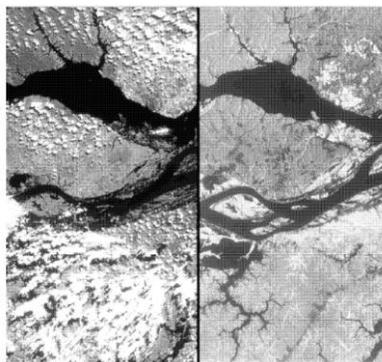
- **Sensores activos**, cuando tienen la capacidad de emitir su propio haz de energía, son utilizados frecuentemente cuando la radiación natural a una banda específica del espectro no abastece para iluminar adecuadamente el objetivo, es decir la radiación natural está por debajo del umbral de la señal para ruido

(Martínez & Díaz, 2005). El más conocido es el RADAR (“Radio Detection and Ranging” o sea “Detección y Localización por Radio”) o, radiómetro activo de micro-ondas, que trabaja en una banda comprendida entre 0.1 cm y 1 m. El LIDAR (“Laser Imaging Detection and Ranging” o sea “Detección y Alcance de Imágenes Laser”) emite pulsos de luz polarizada entre el ultravioleta y el infrarrojo cercano. La principal ventaja de estos sensores es que atraviesan nubes y no dependen de la luz solar para capturar información, y su principal desventaja es su baja resolución espacial (IGAC, 2007).

**Figura Nro. 2** Sensor Remoto Activo.



**Figura Nro. 3** Ejemplo de productos de diferentes sensores. A la derecha, imagen óptica del JERS-1 “Japanese Earth resources Satellite o Satélite de Recursos Terrestres Japonés” (sensor pasivo). A la izquierda, imagen radar el mismo satélite (sensor activo). Manaos, 1993. Cortesía NASDA (National Association of State Departments of Agriculture).



## **1.8.- Imágenes de satélite**

La imagen satelital es un conjunto de matrices, una por cada canal de sensor, y estas se adquieren de la captación de energía reflejada por los objetos que se encuentran en la superficie de la tierra. Estas imágenes son digitales y están constituidas por píxeles que definen la unidad mínima de identificación digital. Pueden ser caracterizadas a partir de varios parámetros que definen las aplicaciones de las imágenes en diferentes órbitas **(IDR, 2005)**.

Las imágenes satelitales se encuentran en formato raster, el mismo que consiste en una matriz de cientos de píxeles, en donde cada uno de sus píxeles tiene un valor de reflectancia, por ejemplo, si la resolución de la imagen es de 30 metros quiere decir que cada píxel muestra un área de 30x30 metros (900m<sup>2</sup>), entonces, la firma espectral de todos los objetos que existen en una superficie de 900 m<sup>2</sup> será dividida para darle el valor al píxel, por lo general de 8 bit (2<sup>8</sup> = 256) en una imagen en blanco y negro, en donde el 0 pertenece al color negro, 255 al color blanco y se encuentran 254 tonos de grises.**(Martínez & Díaz, 2005)**

### **1.18.1.- Características de las imágenes satelitales**

Las imágenes satelitales se encuentran en formato raster, el mismo que consiste en una matriz de cientos de píxeles, en donde cada uno de sus píxeles tiene un valor de reflectancia, por ejemplo, si la resolución de la imagen es de 30 metros quiere decir que cada píxel muestra un área de 30x30 metros (900m<sup>2</sup>), entonces, la firma espectral de todos los objetos que existen en una superficie de 900 m<sup>2</sup> será dividida para darle el valor al píxel, por lo general de 8 bit (2<sup>8</sup> = 256) en una imagen en blanco y negro, en donde el 0 pertenece al color negro, 255 al color blanco y se encuentran 254 tonos de grises.**(Martínez & Díaz, 2005)**

### **1.8.2.- Tipos de imágenes satelitales**

Existen tres tipos de imágenes satelitales que son captadas mediante un sensor digital a bordo de satélite (Sánchez, 2012)

- **Imágenes pancromáticas.** - miden la reflectancia en una parte de espectro electromagnético, esta banda suele abarcar la parte visible y de infrarrojo cercano del espectro. Los datos de estas imágenes se representan por medio de imágenes en blanco y negro, con este prototipo de imágenes se puede detectar, identificar y medir accidentes superficiales y objetos principalmente por su apariencia física, es decir por su forma, tamaño y orientación.
- **Imágenes multiespectrales.** - capturan los niveles de radiancia que provienen de la superficie de la tierra.
- **Imágenes hiperespectrales.** - miden la reflectancia en muchas bandas que permite detectar especialmente en lo que se refiere a vegetación, suelos y rocas. Cabe señalar que las imágenes hiperespectrales se parecen a fotografías.

### 1.8.3.- Resolución de las imágenes de satélite

#### ❖ Resolución espacial

Se refiere al objeto más pequeño que se puede distinguir en una imagen, es decir al mínimo detalle espacial que capta el sensor. Es una característica de la combinación del sistema óptico, detector, filtro y la altitud de la plataforma utilizada. (Ponce, 2010).

#### ❖ Resolución espectral

Es la cantidad y el ancho de los rangos de espectro electromagnético que capta el sensor y reciben el nombre de genérico de bandas; es decir, muestra el número y ancho de las bandas espectrales que puede captar el sensor.

#### ❖ **Resolución temporal**

Se refiere a la frecuencia con que el sensor adquiere imágenes de la misma área de superficie terrestre, también denominado intervalo de revisita. Esta resolución obtiene más significancia en el monitoreo de eventos que varían en ciclos cortos,

#### ❖ **Resolución radiométrica**

Sensibilidad del sensor, es decir, su capacidad de detectar variaciones en la radiancia espectral que recibe. Hace referencia al número de niveles digitales para mostrar los datos recibidos por el sensor. En general, cuando mayor es el número de niveles, mayor es el detalle con el que se puede expresar esta información. Los números digitales agrupados a cada pixel en las imágenes digitales y da como resultado una escala de grises (escala de niveles digitales) para representar los detalles de la imagen. El número de niveles de grises se expresa en términos de dígitos binarios (bits).

### **1.9.- Programa LANDSAT**

Gracias a los brillantes resultados que proporcionaron las primeras fotografías espaciales, la agencia espacial norteamericana (NASA) diseñó a finales de los años 60 el primer proyecto dedicado exclusivamente a la observación de los recursos terrestres. Fruto de estos trabajos fue la puesta en órbita del primer satélite de la serie ERTS (Earth Resource Technology Satellite) el 23 de Julio de 1972. Esta familia de satélites fue rebautizada como Landsat a partir del segundo lanzamiento, en 1975 (Landsat 2). Entre los satélites de recursos, el programa Landsat puede considerarse el más fructífero puesto que ha proporcionado datos multispectrales de alta resolución a una amplia gama de usuarios durante más de 25 años, lo que representa el registro más largo de información sobre la superficie terrestre obtenido de forma global y repetitiva desde el espacio.

A mediados de los 80, el programa Landsat entra en una nueva etapa en cuanto a financiación y funcionamiento con la transferencia del programa al sector privado. En 1985 la compañía EOSAT (Earth Observation Satellite Company) recibe los derechos para vender productos Landsat por un período de 10 años con el compromiso de participar en el desarrollo de futuros sensores. El gobierno mantenía la responsabilidad en el control físico de la plataforma y se comprometía a colaborar en el desarrollo de los Landsat 6 y 7. Recortes presupuestarios pusieron en entredicho este compromiso y se temió por la continuidad de los Landsat. Ante las presiones de la comunidad científica y profesional, en 1992 una nueva ley, devuelve la gestión del programa al gobierno y se adquieren compromisos para una financiación estable que asegure la continuidad del Landsat 6 y 7 en los 90.

El Landsat 6 se lanzó en 1993 pero por fallos de comunicación con la plataforma no se ubicó en la órbita precisa y se perdió. Este fracaso y el dudoso éxito de la gestión privada hicieron temer por el futuro de estos satélites. No obstante, se inicia el proyecto Landsat 7 bajo un programa en el que participan 3 agencias: la NASA es responsable del desarrollo y lanzamiento del satélite y del sector de tierra, la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) se encarga de su operación y mantenimiento durante todo el tiempo de vida del satélite, y la USGS (United States Geological Survey) recoge, procesa y distribuye los datos y se encarga de mantener el archivo de datos.

El Landsat7 puede adquirir imágenes en un área que se extiende desde los 81° de latitud norte hasta los 81° de latitud sur y, obviamente, en todas las longitudes del globo terrestre. Una órbita del Landsat7 es realizada en aproximadamente 99 minutos, permitiendo al satélite dar 14 vueltas a la Tierra por día, y cubrir la totalidad del planeta en 16 días. La órbita es descendente, o sea de norte a sur, el satélite cruza la línea del Ecuador entre las 10:00 y 10:15 (hora local) en cada pasaje. El Landsat7 está "heliosincronizado", o sea que siempre pasa a la misma hora por un determinado lugar.

El satélite Landsat 8 fue lanzado el 11 de febrero de 2013 en un proyecto conjunto entre el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) y la NASA. Se tiene proyectada

una vida útil de entre 5 y 10 años pero puede ser mayor considerando el tiempo de su antecesor, Landsat 7 que aún está activo en órbita luego de más de 17 años muy por encima de sus expectativas. Landsat 8 se encuentra orbitando a una distancia de entre 701 y 703 km sobre la superficie terrestre, pasa por un mismo sitio del planeta cada 16 días y a los 8 días del paso de Landsat 7. El satélite captura unas setecientas imágenes cada día y cada escena tiene un cubrimiento de 185 x 180 km (IGAC, 2013).

### 1.10.- Composición de bandas satelitales

**Cuadro Nro. 1** Composición de bandas satelitales Landsat 7

Banda	Rango Espectral	Resolución	Características y aplicaciones
1	0,45-0,52 Visible azul-verde	30 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapeo de aguas costeras</li> <li>• Diferenciación entre suelo y vegetación</li> <li>• Diferenciación entre vegetación conífera y decidua</li> </ul>
2	0,52-0,60 Visible verde	30 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapeo de vegetación</li> <li>• Calidad de agua</li> </ul>
3	0,630-0,90 Infrarrojo cercano	30 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absorción de la clorofila</li> <li>• Diferenciación de especies vegetales</li> <li>• Áreas urbanas, uso de suelo</li> <li>• Agricultura</li> <li>• Calidad de agua</li> </ul>
4	0,76-0,90 Infrarrojo intermedio	30 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Delineamiento de cuerpos de agua</li> <li>• Mapeo geomorfológico</li> <li>• Mapeo geológico</li> <li>• Área de incendios</li> <li>• Áreas húmedas</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agricultura</li> <li>• Vegetación</li> </ul>
5	1,55-1,75 Infrarrojo medio	30 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso del suelo</li> <li>• Medidas de humedad de la vegetación</li> <li>• Diferencias entre nubes y nieve</li> <li>• Agricultura</li> <li>• Vegetación</li> </ul>
6	10,40-12,50 Infrarrojo termal	120 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapeo de stress térmico en plantas</li> <li>• Corrientes marinas</li> <li>• Propiedades termales del suelo</li> <li>• Otros mapeos térmicos u otros</li> </ul>
7	2,08-2,35 Infrarrojo medio	30 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de minerales</li> <li>• Mapeo hidrotermal</li> </ul>
8	0,52-0,90 Pancromático	15 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Canal pancromático, resolución 15 m.</li> <li>• Catastro rural, infraestructuras</li> <li>• Ubicación de centros poblados, hidrología, vías.</li> </ul>

**Fuente: IGAC, 2013**

**Cuadro Nro. 2** Composición de bandas satelitales Landsat 8

Banda	Rango Espectral	Resolución	Características y aplicaciones
1	0,43-0,45 Aerosol costero	30 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapeo de costas</li> <li>• Estudios de aerosol</li> </ul>

2	0,45-0,51 Azul	30 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapeo batimétrico</li> <li>• Delimitación de costas</li> <li>• Diferenciar suelo de vegetación</li> <li>• Diferenciar coníferas de latifoliadas</li> <li>• Detección de rasgos urbanos</li> <li>• Vías y construcciones</li> </ul>
3	0,53-0,59 Verde	30 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empleada para discriminar sedimentos en suspensión</li> <li>• Evaluar vigor de las plantas por la alta reflectancia de la vegetación verde y sana</li> <li>• Delinear aguas poco profundas</li> <li>• Rasgos urbanos y de infraestructura.</li> </ul>
4	0,64-0,67 Rojo	30 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite un mayor contraste de áreas con y sin vegetación</li> <li>• Discriminar gradientes de vegetación</li> <li>• Delimitar áreas urbanas y áreas agrícolas.</li> </ul>
5	0,85-0,88 Infrarrojo cercano (NIR)	30 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Útil para el cálculo de biomasa de vegetación</li> <li>• Delimitar costas</li> <li>• Diferenciación suelos-cultivos y suelos-agua</li> <li>• Geomorfología</li> <li>• Suelos y geología</li> </ul>
6	1,57-1,65	30 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se alcanzan a penetrar nubes delgadas</li> </ul>

	SWIR 1		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Útil para discriminar contenido de humedad en suelos y vegetación</li> <li>• Diferenciar entre nubes, nieve y hielo</li> </ul>
7	2,11-2,29 SWIR 2	30 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Útil para discriminar tipos de rocas</li> <li>• Para estudios de suelos</li> <li>• Mejor determinación de contenidos de humedad en suelos y vegetación</li> </ul>
8	0,50-0,68 Pancromático	15 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es una imagen sensible a todo el espectro visible y más afinada en tanto su resolución es de 15 m</li> </ul>
9	1,36-1,38 Cirrus	30 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrece una mejora en la detección de nubes cirrus</li> </ul>
*10	10,60-11,19 Infrarrojo térmico (TIRS) 1	100 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Útil para mapeo termal y estimación de humedad del suelo</li> </ul>
*11	11,50-12-51 Infrarrojo térmico (TIRS) 2	100 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapeo termal mejorado y estimación de humedad del suelo</li> </ul>

\*Las bandas TIRS se adquieren a una resolución de 100 metros, pero se vuelven a remuestrear a 30 metros.

**Fuente: IGAC, 2013**

### **1.11.- Interpretación digital de las imágenes**

### **1.11.1.- Clasificación digital**

En el proceso de clasificación digital de imágenes el operador instruye a la computadora que realice una interpretación de acuerdo a ciertas condiciones predefinidas. Esta técnica forma parte de la interpretación digital de imágenes (**Bakker, 2001**). Tradicionalmente se han dividido los métodos de clasificación en dos grupos: supervisado y no supervisado, de acuerdo a la forma en que son obtenidas las estadísticas de entrenamiento. El método supervisado parte de un conocimiento previo del terreno, a partir del cual se seleccionan las muestras para cada una de las categorías. Por su parte, el método no supervisado procede a una búsqueda automática de grupos de valores homogéneos dentro de la imagen (**Chuvienco, 2002**).

### **1.11.2.- Clasificación Supervisada**

Esta es realizada por un operador que define las características espectrales de las clases, mediante la identificación de áreas de muestreo (áreas de entrenamiento). Se requiere también que el operador este familiarizado con el área de interés (**Chuvienco, 2002**).

### **1.11.3.- Clasificación No Supervisada**

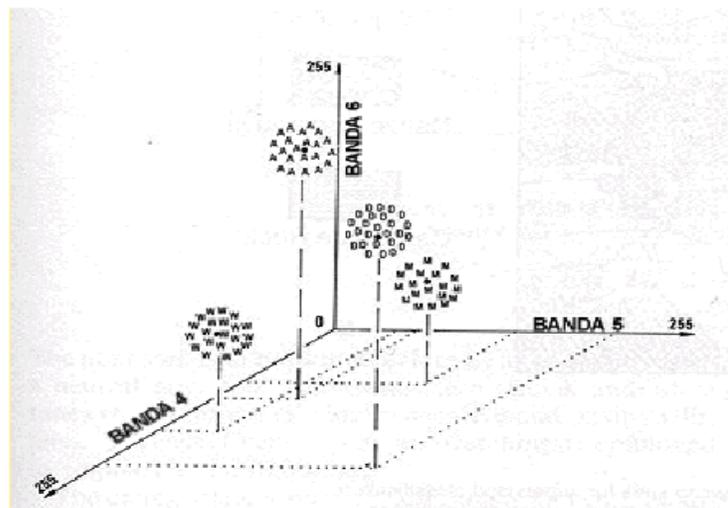
Este método se dirige a definir las clases espectrales presentes en la imagen. Esto implica que los ND (Números Digitales) de la imagen forman una serie de agrupaciones o conglomerados o “clusters” de píxeles con similares características. Basado en esto, la computadora localiza arbitrariamente vectores principales y los puntos medios de los grupos. Luego cada píxel es asignado a un grupo por la regla de decisión de mínima distancia al centroide del grupo (**Bakker, 2001**)

En la clasificación no supervisada no se establece ninguna clase a priori, aunque es necesario determinar el número de clases que queremos establecer, y se utilizan algoritmos matemáticos de clasificación automática.

Los más comunes son los algoritmos de clustering que divide el espacio de las variables en una serie de regiones de manera que se minimice la variabilidad interna de los

pixeles incluidos en cada región. Cada región de este espacio de variables define de este modo una *clase espectral*. El procedimiento consta de una serie de pasos, en cada paso se identifican los dos individuos más próximos, se hace una clase con ellos y se sustituyen por el centroide de la clase resultante. De este modo cada paso analiza un individuo menos que el anterior ya que los individuos van siendo sustituidos por clases. El proceso se detiene cuando se ha alcanzado un número de clases igual al número de clases que había sido establecido a priori.

**Figura Nro. 4** Algoritmos de clustering

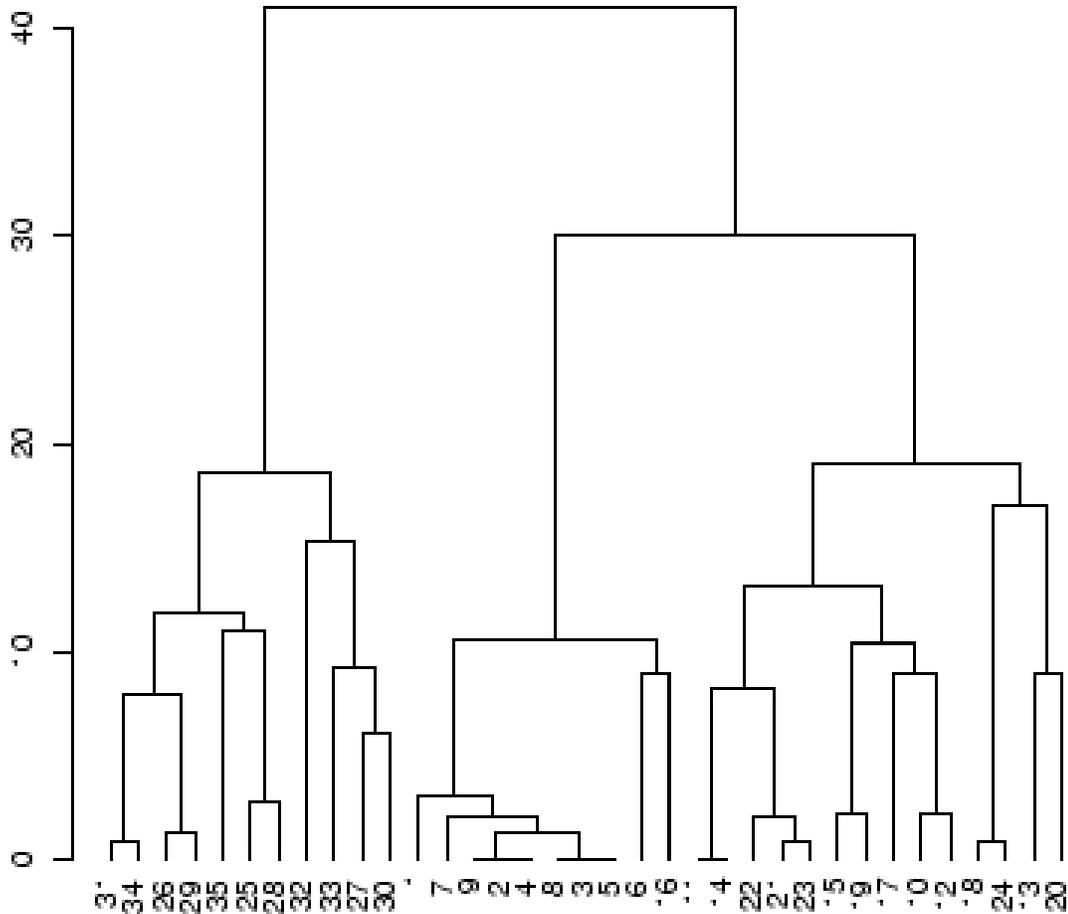


El resultado final de un proceso de clustering suele ser un dendrograma en el que puede verse como los diversos individuos se aglutinan en clases, primero los que están a una menor distancia (los más parecidos), y como posteriormente las clases se unen entre sí. A partir de un dendrograma podemos elegir el número de clases que queremos mantener en función de diferentes criterios.

Puesto que una imagen de satélite contiene del orden de millones de píxeles no tendría sentido hacer un dendrograma completo, ni siquiera utilizar todos los píxeles. En su lugar se establece una muestra con la que se inicia el proceso. El usuario debe decidir

a priori con cuantas clases quiere trabajar y el programa parará en el momento que toda la muestra inicial se haya reducido a ese número de clases. El resultado final será la caracterización de cada una de las clases obtenidas. (MAMANI, 2016)

**Figura Nro.5 Dendrograma.**



### 1.12.- Análisis multitemporal

El Análisis Multitemporal de imágenes de satélite es esencialmente la comparación de dos mapas temáticos de un área determinada en dos o más fechas, con la finalidad de

conocer la dinámica de la cobertura de la tierra en el intervalo a estudiar (**Sánchez, 2009**). El análisis multitemporal permite detectar cambios entre diferentes fechas de referencia, deduciendo la evolución del medio natural o las repercusiones de la acción humana sobre el medio (**Chuvieco, 1990**).

Un análisis multitemporal, es un procedimiento propio del procesamiento digital de imágenes, que permite identificar cambios entre diferentes fechas de referencia, mediante el análisis de valores de radiación, texturas y otras características correspondientes a las imágenes obtenidas a través de teledetección. Es de gran utilidad en la gestión de los recursos naturales, puesto que permite detectar el comportamiento de zonas o fenómenos objetos de estudio en distintos periodos de tiempo, atribuyendo dichos comportamientos, a la evolución y manifestaciones propias del medio natural, así como a las repercusiones de la acción humana sobre este (**Chuvieco, 1990**).

### **1.13.- Teledetección**

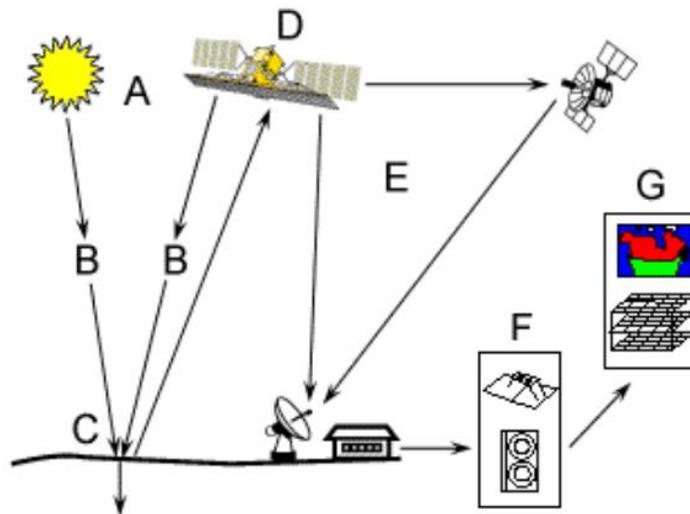
La teledetección es una técnica a través de la cual se obtiene información de un objeto sin tener contacto directo con él, esto es posible gracias a la relación sensor-cobertura, la cual en el caso de los barredores multitemporales se expresa a través de la llamada radiación electromagnética. Esta relación se puede presentar en tres formas: Emisión, Reflexión y Emisión - Reflexión, el flujo de energía que se produce por alguna de estas formas va a estar en función de la transmisión de energía térmica.

Los conceptos más importantes de teledetección que debe comprender son que es realmente una imagen de satélite y como se capta. Al igual que una cámara digital, un sensor de satélite no posee película. En su lugar, cuenta con miles de detectores diminutos que miden la cantidad de radiación electromagnética (es decir, la energía) que refleja la superficie de la tierra y los objetos que hay en ella. Estas mediciones se denominan espectrales. Cada valor de reflectancia espectral se registra como un

número digital. Estos números se transmiten de nuevo a la tierra donde un ordenador los convierte en colores o matices de gris para crear una imagen que se parece a una fotografía. Dependiendo de la sensibilidad para la que han sido concebidos, los sensores miden la reflectancia de la energía en las partes visible del espectro electromagnético del infrarrojo cercano, medio y térmico, y de microondas radaricas. (Martínez & Díaz, 2005).

El proceso de teledetección involucra una interacción entre la radiación incidente y los objetos de interés. Un ejemplo de este proceso, con el uso de sistemas de captura de imágenes puede verse en la siguiente figura. Nótese, sin embargo, que la teledetección también involucra la percepción de energía emitida y el uso de sensores que no producen imágenes.

**Figura Nro. 6** Proceso de Teledetección



- a) **Fuente de energía o iluminación.** El primer requerimiento en teledetección es disponer de una fuente de energía que ilumine o provea energía electromagnética al objeto de interés.

- b) **Radiación y la atmosfera.** Ya que la energía “viaja” desde la fuente al objeto, entrara en contacto e interaccionara con la atmósfera. Esta interacción tiene lugar una segunda vez cuando la energía “viaja” desde el objeto al sensor.
- c) **Interacción con el objeto.** La energía interactúa con el objeto dependiendo de las propiedades de este y de la radiación incidente.
- d) **Detección de energía por el sensor.** Necesitamos un sensor remoto que recoja y grabe la radiación electromagnética reflejada o emitida por el objeto y la atmosfera.
- e) **Transmisión, Recepción y Procesamiento.** La energía grabada por el sensor debe ser transmitida, normalmente en forma electrónica, a una estación de recepción y procesamiento donde los datos son convertidos a imágenes digitales.
- f) **Interpretación y análisis.** La imagen procesada se interpreta, visualmente y/o digitalmente, para extraer información acerca del objeto que fue iluminado (o que emitió radiación).
- g) **Aplicación.** El paso final en el proceso de teledetección se alcanza en el omento en que aplicamos la información extraída de las imágenes del objeto para un mejor conocimiento del mismo, revelando nuevas informaciones o ayudándonos a resolver un problema.  
**(IGAC, 2013).**

#### **1.14.- Sistemas de información geográfica (SIG)**

Un SIG se puede definir como aquel método o técnica de tratamiento de la información geográfica que nos permite combinar eficazmente información básica para obtener la

información derivada. Para ello, contaremos tanto con las fuentes de información como con un conjunto de herramientas informáticas (hardware y software) que nos facilitaran esta tarea: todo ello enmarcado dentro de un proyecto que habrá sido definido por un conjunto de personas, y controlado, así mismo, por los técnicos responsables de su implantación y desarrollo. En definitiva un SIG es una herramienta capaz de combinar información gráfica (mapas) y alfanumérica (estadísticas) para obtener una información derivada sobre el espacio (**Domínguez, 2000**).

Los Sistemas de Información Geográfica pueden definirse de forma provisional como sistemas que permiten almacenar datos espaciales para su consulta, manipulación y representación. La representación de datos espaciales es el campo de estudio de la Cartografía, por tanto es necesario comenzar introduciendo algunos conceptos básicos de esta ciencia. En general, un Sistema de Información (SI) consiste en la unión de información en formato digital y herramientas informáticas (programas) para su análisis con unos objetivos concretos dentro de una organización (empresa, administración, etc.). Un SIG es un caso particular de SI en el que la información aparece geo-referenciada es decir incluye su posición en el espacio utilizando un sistema de coordenadas estandarizado resultado de una proyección cartográfica (generalmente UTM)(**Sarria, 2005**).

### **1.15.- Espectro electromagnético**

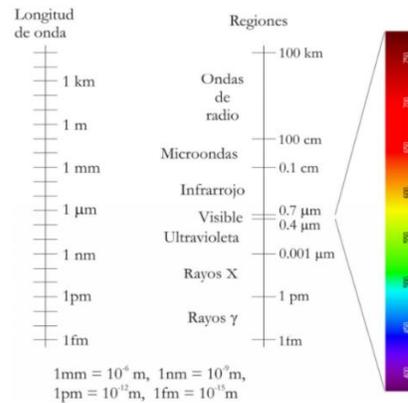
Se denomina espectro electromagnético a la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas. Referido a un objeto se denomina espectro electromagnético o simplemente espectro a la radiación electromagnética que emite (espectro de emisión) o absorbe (espectro de absorción) una sustancia. Dicha radiación sirve para identificar la sustancia de manera análoga a una huella dactilar. Los espectros se pueden contemplar mediante espectroscopios que, además de permitir observar el espectro, permiten realizar medidas sobre el mismo, como son la longitud de onda, la frecuencia

y la intensidad de la radiación. La longitud de una onda es el periodo espacial de la misma, es decir, la distancia que hay de pulso a pulso (**Martínez & Díaz, 2005**).

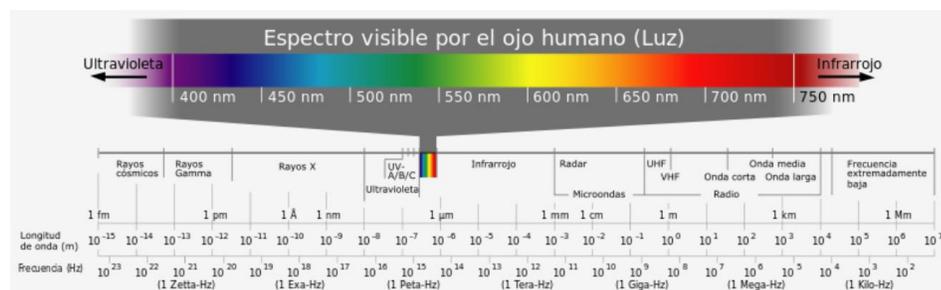
Rangos del espectro electromagnético:

- **Espectro Visible (0.4 a 0.7  $\mu\text{m}$ )**. Es la única radiación electromagnética que puede percibir el ojo humano. Suelen distinguirse de tres longitudes de onda que generan el color azul (0.4-5  $\mu\text{m}$ ), (0.5-0.6  $\mu\text{m}$ ).
- **Infrarrojo Cercano (0.7 a 1.3  $\mu\text{m}$ )**. Es de especial importancia, puesto que puede detectarse a partir de films dotados de emulsiones especiales.
- **Infrarrojo Medio (1.3 a 8.0  $\mu\text{m}$ )**. Se entremezclan los procesos de reflexión de la luz solar y de emisión de la superficie terrestre.
- **Infrarrojo Lejano o Térmico (8.0 a 14.0  $\mu\text{m}$ )**. Incluye la porción emisiva del espectro terrestre.
- **Microondas (a partir de 1 mm)**. Energía bastante transparente a la cubierta nubosa.

**Figura Nro. 7** Diversas regiones de la radiación electromagnética en función de la longitud de onda.



**Figura Nro. 8** Espectro Visible por el ojo humano



### 1.16.- Herramientas de planificación del uso de la tierra.

Una de las principales herramientas en cuanto al estudio de suelo, y utilizado en ZONISIG es el ZAE (zonificación agro-ecológica).

La zonificación agro-ecológica (ZAE), de acuerdo con los criterios de FAO, define zonas en base a combinaciones de suelo, fisiografía y características climáticas. Los parámetros particulares usados en la definición se centran en los requerimientos climáticos y edáficos de los cultivos y en los sistemas de manejo bajo los que éstos se desarrollan. Cada zona tiene una combinación similar de limitaciones y potencialidades para el uso de tierras, y sirve como punto de referencia de las recomendaciones

diseñadas para mejorar la situación existente de uso de tierras, ya sea incrementando la producción o limitando la degradación de los recursos.

Cuando se combina con un inventario de usos de tierras, expresado como tipos de utilización de tierra y sus requisitos ecológicos específicos, la zonificación puede usarse entonces como base de una metodología para evaluar los recursos de tierras. La suma de otras capas de información, tales como la tenencia y disponibilidad de tierras, los requisitos nutricionales de las poblaciones humana y ganadera, las infraestructuras, costos y precios, ha hecho posible el desarrollo de aplicaciones más avanzadas en el análisis de los recursos naturales y la planificación de usos de tierras. (FAO/UNEP, 2000)

#### **1.17.-Experiencias de estudios de Cambio de Uso y Cobertura de la Tierra en Bolivia.**

En la cuenca baja del Rio Grande en Santa Cruz, utilizando imágenes de satélite LANDSAT – ETM y ASTER, se determinaron los cambios en la cobertura y uso de la tierra, mediante el Sistema de Clasificación LCCS establecida por la FAO/UNEP 2004 para generar un mapa de cobertura de la tierra. El procesamiento digital de las imágenes se realizó para determinar el cambio de uso de la tierra de los años 1990-2001 hasta el 2005. Áreas antrópicas como ser de cultivo fueron intersectadas con el PLUS de Santa Cruz para ver si estas caen dentro de lo que es establecido como áreas de uso restringido o de conservación. Los resultados obtenidos, fueron: un aumento de las áreas dedicadas a cultivos, una disminución de áreas con bosque y una intervención en áreas que deberían conservarse (GUERRA, 2006).

En la parte baja de la sub cuenca del rio Camacho, en la Provincia Avilés del departamento de Tarija, utilizando imágenes LANDSAT, se determinó el cambio de cobertura y uso de la tierra para los años 1998 y 2015, utilizando como referencia la leyenda propuesta por FAO – UNESCO (1973). Se identificó que el Bosque ralo Mayormente siempre verde semideciduo es una de las coberturas vegetales que ha sufrido el cambio más significativo en cuanto a superficie, las Áreas Antrópicas, son

las más influyentes en los cambios de diferentes coberturas identificadas, por actividades como extracción de especies forestales para combustible, y la actividad agropecuaria (**MAMANI, 2016**).

En la parte baja del río Sella perteneciente a la sub cuenca Guadalquivir de la Provincia Méndez – Tarija, se utilizaron diferentes técnicas de análisis multiespectral en Imágenes satelitales (LANDSAT – TM) y (ASTER), utilizado como base el sistema de clasificación FAO – UNESCO 1973, y el software Arcgis 10.5 para generar el mapa de cobertura y uso de la tierra en los años 1998 y 2017. Los resultados obtenidos fueron: un aumento de las áreas dedicadas a la actividad antrópica y los pastizales herbáceas graminoide baja para pastoreo, así como la disminución del Bosque medio ralo. La fuerte actividad antrópica como el pastoreo de ganado vacuno, caprino y ovino, están presentes en las comunidades del área estudio, derivan fuertes procesos erosivos y degradantes para la tierra (**IRAHOLA, 2018**).

## CAPITULO II

### DESCRPCION DEL AREA DE ESTUDIO

#### 2.1.- Localización del área de estudio

El área de estudio está conformado por las comunidades Candado Grande, Santa Rosa, Villanueva, La Florida y Cañadón Buena Vista.

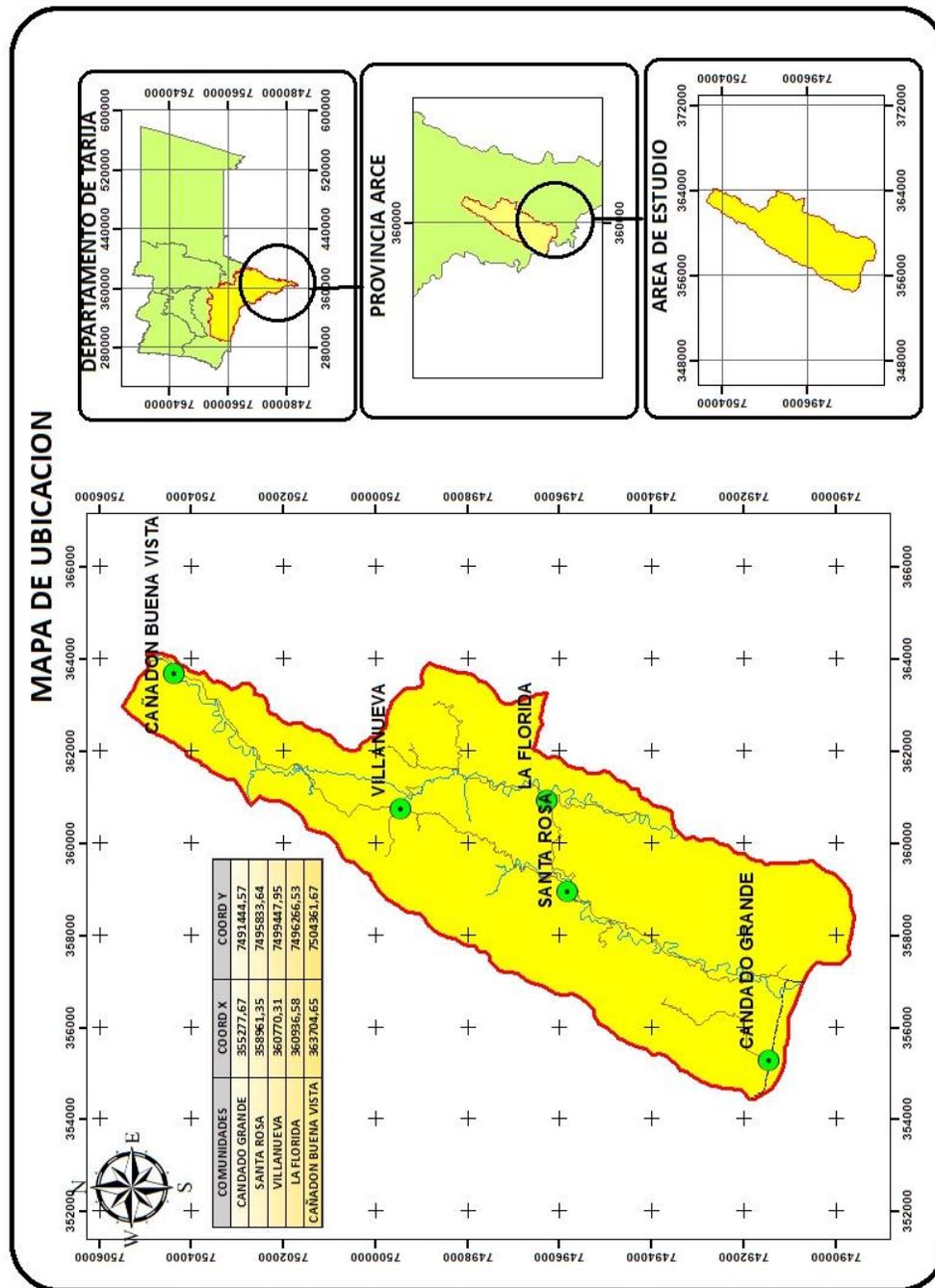
Para un mejor entendimiento, se utilizara como referencia a las 5 comunidades, como: “*área de estudio*” o “*región*”, de esta manera se abreviara la denominación de las comunidades en estudio.

#### 2.1.1.- Ubicación geográfica

El área de estudio se encuentra distante a unos 12km de la ciudad de Bermejo, geográficamente se localiza entre los paralelos 22°33'48'' a 22°40'58'' de latitud sud y los meridianos 64°18'40'' a 64°23'55'' de longitud oeste, entre 460 a 1000 m.s.n.m.

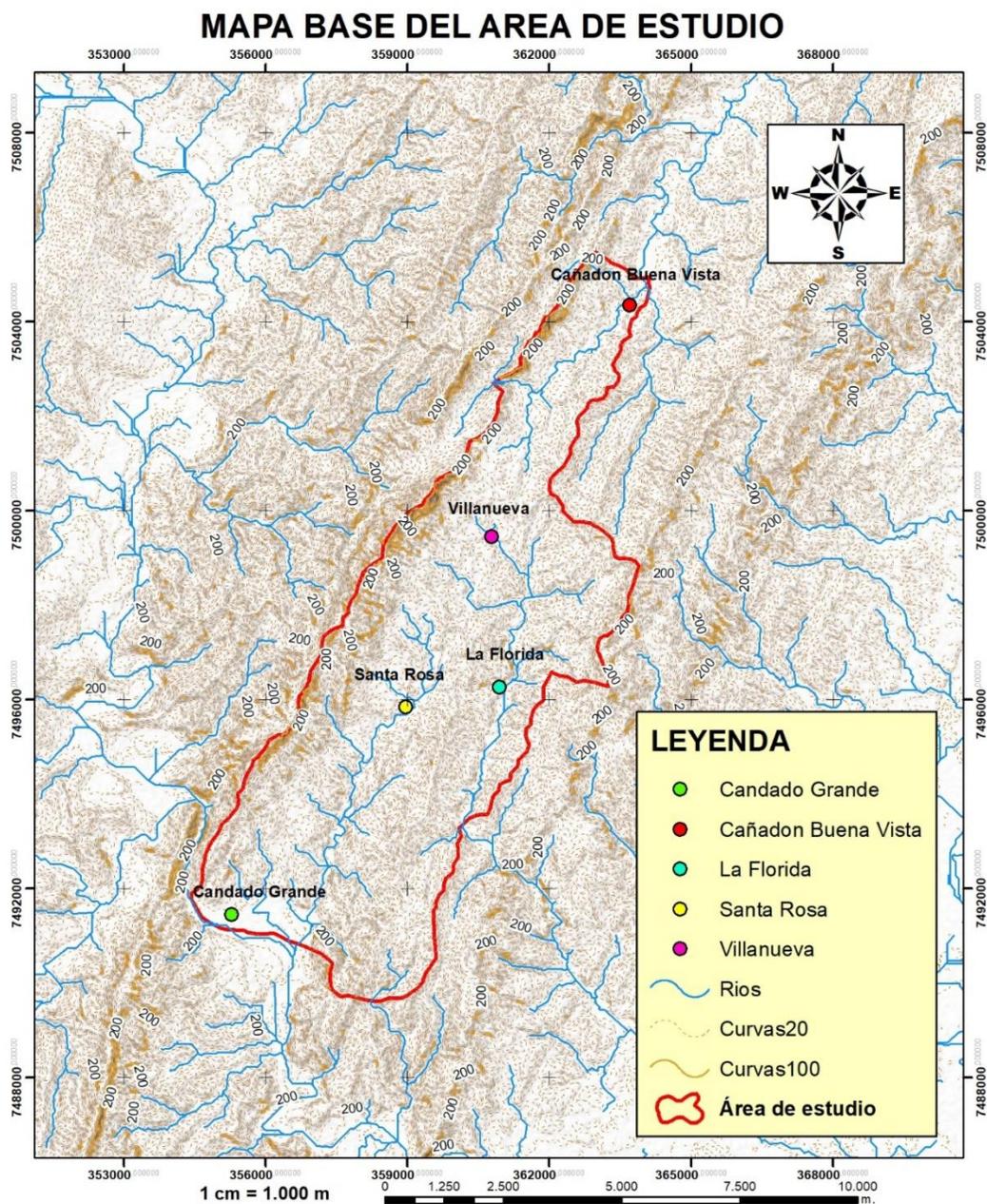
Forma parte del territorio perteneciente al municipio de Bermejo, provincia Arce del departamento de Tarija, Geográficamente tiene sus colindancias con las siguientes comunidades: Al Norte con Flor de Oro, al Este con Candado Chico, al Oeste con el Rio Bermejo y al sur con la ciudad de Bermejo. La comunidad como área de estudio y alrededores abarcan una extensión de 6145 ha.

Mapa Nro. 3 Mapa de ubicación del área de estudio



Fuente: Elaboración propia.

Mapa Nro. 4 Mapa base del área de estudio



Fuente: Elaboración propia.

## 2.1.2.- Características biofísicas del área de estudio

### 2.1.2.1.- Clima

El área de estudio presenta un clima cálido, semi-húmedo, derivando en temperaturas elevadas casi todo el año, con una temperatura media anual de 29.1°C con una temperatura máxima extrema de 46.0° con una humedad relativa media de 70% y una humedad relativa máxima de 97 %. La época de lluvia dura 7 meses, entre octubre y marzo alcanzando los 1206 mm. de precipitación anual.

**Cuadro Nro. 3** Resumen Climatológico Periodo Considerado 1998-2018

Índice	Unidad	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temp. Max. Media	°C	33,5	32,6	30,7	27,0	24,0	22,3	23,2	26,9	30,2	32,8	33,0	33,4	29,1
Temp. Min. Media	°C	20,7	20,3	19,4	16,9	13,1	10,4	7,8	9,1	11,8	17,2	18,5	20,1	15,5
Temp. Media	°C	27,1	26,5	25,1	21,9	18,6	16,3	15,5	18,0	21,0	25,0	25,7	26,7	22,3
Temp. Max. Extr.	°C	44,3	42,5	40,5	36,8	36,0	32,0	35,5	43,5	44,5	46,0	45,5	45,8	46,0
Temp. Min. Extr.	°C	11,1	11,2	10,0	0,9	1,5	-1,0	-4,0	-2,0	0,2	3,0	9,5	9,0	-4,0

(Fuente: SENAMHI)

### 2.1.2.2.- Temperatura

El clima cálido del área de estudio, y a la ves semi-húmedo deriva en temperaturas elevadas casi todo el año, con una temperatura media anual de 22.3 °C.

Un fenómeno climático natural que predomina en la zona, es el “surazo”, que se manifiesta con fuertes vientos provenientes del sur, generando cambios bruscos de temperatura y humedad ambiental; originando que la temperatura baje rápidamente, llegando en algunos casos por debajo de 0 °C, frecuentemente se presenta en los meses de: junio, julio, agosto y esporádicamente en septiembre.

### **2.1.2.3.- Humedad relativa**

La humedad relativa varía ligeramente según las estaciones climáticas del año, como por ejemplo: en los meses de enero a julio la humedad relativa es aprox. 83% y de agosto a diciembre fluctúa entre el 60% al 75%; sin embargo, mayormente su media anual es del 75-77%.

### **2.1.2.4.- Vientos**

La región, se caracterizan por presentar vientos relativamente moderados, provenientes del dirección sur y sureste; de acuerdo a datos registrados, la velocidad media en año 2011 fue de 3,1 km/h, mientras que en el año 2013 se registró 6,71 km/hr.

### **2.1.2.5.- Heladas**

En la época de invierno se presentan heladas en el área de estudio; según la estación de medición de SEHAMHI, en el año 2013 se presentó 4 y 6 días con helada en los meses de julio y agosto respectivamente.

### **2.1.2.6.- Precipitaciones pluviales**

La época de lluvias abarca todo el verano, comenzando los meses de noviembre o diciembre y concluyendo en marzo o abril, recalando que la época estiaje es menor, de junio a septiembre; sin embargo, esto varía anualmente adelantándose o retrasándose un mes.

De acuerdo a registros, las precipitaciones ocurridas en un año normal, sobrepasa los 1100 mm, lo que significa un buen aporte hídrico vertical; sin embargo, su comportamiento experimenta una variabilidad gradual, ya que, el año 2011 la

precipitación media llegó a 65.3 mm/diaria. En el año 2012 se registró la precipitación media máxima diaria de 73.8 mm/diaria.

### 2.1.3.- Vegetación

La Vegetación refleja características topográficas y climáticas de la región; posee una riqueza vegetal diversa compuesta por especies arbóreas, arbustivas y leñosas, tanto en las serranías y en las partes cultivables. Se caracteriza por extraer y exportar diferentes especies forestales maderables como ser: Cedro, Nogal, Tala, Mora Negra, Paraíso, Cebil colorado, Lapacho, Quina, Palo Barroso, Urundel, camalote, Laurel Verde, lecherón, aliso, tipa, palo amarillo, laurel, diente de león, pasto elefante, cola de zorro, etc., en peligro de extinción por la deforestación constante para aprovechar las tierras en cultivos de caña de azúcar, cítricos, etc.

**Cuadro Nro. 4** Especies arbustivas y herbáceas existentes en el área de estudio

<b>NOMBRE LOCAL</b>	<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>
Ceca De Monte	Erythrosylum sp.
Mora Negra	Chlorophora tinctoria
Tabaquillo	Solanum auriculatum
Hierba Del Soldado	Piper sp.
Chilca	Bacharis sp.
Tala	Celtis tala
Cola De Zorro	Setaria geniculata
Caña De Azúcar	Sacharum officinarum
Cítricos	Citrus sp.
Grama	Cynodum dactilon
Rogelia	Rodboldia exaltata
Plumilla	Leptochloa affinis
Panicum	Panicum maximum
Cebollín	Syperus rotundus
Celosa	Mimosa pudica
Diente de León	Teraxacum officinale
Pasto Elefante	Pennisetum purpureum
Camalote	Trichachne insulares

Cítricos	Citrus sp.
Caña De Azúcar	Sacharum officinarum
Regalía	Rodboelia exaltata

Fuente: MORALES, 2017

**Cuadro Nro. 5** Especies forestales

<b>NOMBRE LOCAL</b>	<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>
Palo barroso	Blepharocalix gigantea
Tipa	Tipuana tipu
Cebil Colorado	Anadenathera colubrina
Cedro	Cedrela lilloi
Quina	Myroxilom periuferum
Nogal	Junglands australis
Aliso	Alnus sp.
Guaranguay	Tecoma stand
Laurel	Pectandra Sp.
Cebil	Anadenanthera macrocarpa
Guayabo	Myrtus guayaba(psidium)
Cedro Blanco,	Cedrella fissilis
Cedro chaqueño	cedrellea balancea
Lapacho	Tabebuia avellaneda
Urundel	Astronium urundeuva
Paraíso	Melia azederach
Laurel Verde	Casearia sylvestris
Lecherón Montaña	Sebastiania sp.
Palo Borracho	Chorisia insignis

Fuente: MORALES, 2017

#### 2.1.4.- Fauna

La información sobre la fauna, es muy escasa dentro del departamento de Tarija, incluyendo en las comunidades que conforman el área de estudio; hallando solo, algunos antecedentes o estudios aislados, realizados para áreas protegidas; en este caso, para la Reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquíá, el Parque Nacional (RNFTT) y el Área Natural de Manejo Integrado Cordillera del Aguarague.

Las especies de caza más apreciadas son, entre terrestres: la corzuela, el anta, el acutí, el chanco de monte; y entre las aves: la paloma torcaza, la pava de monte, el tucán (valioso por su pico empleado como remedio) y las urracas (para el control de plagas). Por otro lado, están las distintas especies de peces y reptiles.

**Cuadro Nro. 6** Principales especies de fauna

<b>MAMIFEROS</b>	<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>
Zorro De Monte	<i>Cerdo cyonthous</i>
Anta	<i>Tapirus terrestres</i>
Mono Común	<i>Aolustri virgatus</i>
Tigre	<i>Felis onca</i>
Chanco De Monte	<i>Tayas supecari</i>
Corzuela La Parda	<i>Mazama armericana</i>
Quirquincho Bolita	<i>Tolypeus termasai</i>
Acuti	<i>Agouti paca</i>
Oso Hormiguero	<i>Myneco phagatridáctila</i>
Ardilla	<i>Siurus sp.</i>
Gato Montes	<i>Felis geoffogi</i>
Tejón	<i>Nasua sp.</i>
Capincho	<i>Hydrochaerus hidrohcaeris</i>
Jucumari	<i>Tremarctos ematus</i>
Comadreja	<i>Didelphys marsupialis</i>
Liebre	<i>Sylvia gusbrasiliensis</i>
<b>AVES</b>	<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>
Picaflor	<i>Chirostil bommelligusa</i>
Halcón	<i>Falco peregrinus</i>
Loro Choclero	<i>Nandayus nenday</i>
Tucán	<i>Ramphatus toco</i>
Perdiz	<i>Crytorellus sovi</i>
Carcancho	<i>Coray pisatratrus</i>
Garza	<i>Trigisoma fasciatum</i>
Gavillan	<i>Parabute uncictus</i>
Pájaro Carpintero	<i>Piculu schnysochlorus</i>
Paloma Torcaza	<i>Columba sp.</i>
Jiraca	<i>Cyanocoras sp.</i>
Pava De Monte	<i>Penélope obscura</i>

<b>PECES</b>	<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>
Dorado	Salminus maxillosus
Surubí	Pseudoplatys tomacurus
Bagre	Pimelodus clarias
Sábalo	Prochilodus lineatus
Boga	Leporinus obtusidens
Pacu	Piaractus mesopotamicus
<b>REPTILES</b>	<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>
Cascabel	Corotatus terrificus
Lagartija	Liolamus sp.
Iguana	Tupinambis bisrufescens
Boa	Boa constrictor
Culebra	Bothrops jararaca
Tortuga	Testudo sp.
Yacaré	Caimán sp.

**Fuente: MORALES, 2017**

### **2.1.5.- Suelos**

Los suelos se caracterizan por ser moderadamente profundos a profundos, de textura franco arcilloso, con bloques sub-angulares y poca presencia de afloramientos rocosos. Los valles presentan suelos profundos a muy profundos con texturas medias o finas. Los suelos son generalmente profundos, sin o con pocos fragmentos gruesos en el perfil y con disponibilidad de nutrientes moderada a baja. En sitios puntuales se presentan valores moderados de salinidad y/o sodicidad.

Las serranías y montañas se encuentran entre alturas de 600 m.s.n.m. y tienen pendientes entre 30 y 60 %, la rocosidad y pedregosidad superficial es muy poca, la profundidad de los suelos varía de profunda a superficial y la disponibilidad natural de nutrientes de bajo a alto.

Las serranías y colinas que dominan el paisaje tienen alturas promedio de 400 m.s.n.m., las pendientes varían entre 30 y 90%, con una cantidad variable de afloramientos rocosos y pedregosidad superficial. Los suelos son moderadamente profundos, la disponibilidad natural de nutrientes es media a baja y en situaciones muy puntuales presentan condiciones de salinidad y/o sodicidad moderada a alta. Otra característica importante es la alta susceptibilidad de las pendientes a los procesos de remoción en masa, determinada tanto por el tipo de material, como por la estructura geológica y el relieve fuertemente escarpado. En los pequeños valles que se encuentran en muchas de las unidades, las pendientes varían de 2 a 15%, con poco afloramiento rocoso y pedregosidad superficial. Generalmente presentan suelos profundos con pocos fragmentos rocosos y la disponibilidad de nutrientes es moderada.

#### **2.1.6.- Población**

De acuerdo al municipio de Bermejo, del cual forman parte las comunidades rurales en estudio, se tienen los siguientes datos de población:

**Cuadro Nro. 7** Población en las comunidades.

<b>Comunidad</b>	<b>Población</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Nº de familias</b>
Candado Grande	294	131	163	65
Santa Rosa	108	59	49	24
Villanueva	83	42	41	18
La Florida	90	56	34	20
Cañadón Buena Vista	93	57	36	21
<b>Total</b>	<b>668</b>	<b>345</b>	<b>323</b>	<b>148</b>

**Fuente: OTB (Organizaciones Territoriales de Base)**

En estas comunidades rurales, se presentan las migraciones temporales, en la que varias personas dejan la comunidad temporalmente, un fenómeno provocado por la actividad

económica y social que genera el ingenio azucarero Bermejo, en donde el trabajo de zafra de caña de azúcar dura entre 4 a 6 meses. También se da la migración temporal hacia el vecino país de Argentina en donde realizan la cosecha de hortalizas, manzana, uva, tabaco y trabajos en construcción.

## 2.1.7.- Actividad socioeconómica

### 2.1.7.1.- Principales productos agrícolas

La principal actividad, en función al tiempo dedicado y como fuente de ingresos, en las comunidades, es la agricultura, siendo la caña de azúcar su producto principal, vinculado a la actividad industrial en la ciudad de Bermejo. También es importante la producción de frutas como cítricos, papaya y plátano. Entre la diversidad de cítricos tenemos Naranja (criolla, valencias, jaffa), mandarina (dangcin, criolla, satsuma, malvácea), Limón (eureka, génova, sutil) y pomelo (blanco, rosado), y en menor escala el maíz, papa, etc., con fines de autoconsumo. (PDM, 2014)

**Cuadro Nro. 8** Principales productos en las 5 comunidades.

<b>Comunidad</b>	<b>Caña</b> Ha.	<b>Maíz</b> Ha.	<b>Arroz</b> Ha.	<b>Maní</b> Ha.	<b>Cítricos</b> Ha.	<b>Duraznos</b> Ha.
Candado Grande	245	21	7	1	59	15
Santa Rosa	110	9	10	8	33	0
La Florida	28	9	8	4	47	0
Villanueva	6	4	3	0	26	0
Cañadón Buena Vista	7	6	6	5	39	0
<b>Total</b>	<b>396</b>	<b>49</b>	<b>34</b>	<b>18</b>	<b>204</b>	<b>15</b>

**Fuente: OTB (Organizaciones Territoriales de Base)**

### **2.1.7.2.- Producción pecuaria**

La actividad pecuaria en las comunidades en estudio, no es una vocación muy desarrollada, en su mayor parte con fines de autoconsumo y ocasionalmente para la venta, la tenencia de animales no es homogénea, muy pocas familias crían ganado bovino, y más se dedican a la cría de ganado menor por condiciones de manejo, espacios para la producción de forrajes y espacialmente por la vocación agrícola de la región.

La crianza de animales es familiar y de autoconsumo, la distribución de tareas y atención de animales varía con la especie. La responsabilidad en la cría de aves y ganado menor recae sobre los hijos y/o esposa, contrariamente a lo que ocurre con el ganado mayor cuya cría es de responsabilidad del padre de familia e hijos mayores, pudiendo colaborar en algunas tareas como el ordeño y recolección de forraje la esposa e hijos menores.

### **2.1.7.3.- Producción forestal**

La actividad forestal en las comunidades, solo se circunscribe al aprovechamiento de las especies nativas, como el Cedro, Nogal, Lapacho, Palo Barroso, Cebil, Laurel, Afata, Palo Lanza, Sauce, Tala, Cedrillo, y Roble. Los bosques son de uso comunal y su explotación es de carácter familiar; principalmente destinados al uso doméstico como fuente de energía, cercos, postes y construcciones rústicas. Por parte de los habitantes de las diferentes comunidades del área de estudio, carecen de conocimientos o asistencia técnica en el establecimiento de plantaciones con fines comerciales.

### **2.1.7.4.- Sistema de caza, pesca y recolección**

Debido a las características de las comunidades en estudio, la caza es una actividad con cierto grado de importancia, ya que existen gran variedad de animales silvestres, entre los cuales tenemos: Liebre, Anta, Acutí, Corzuela paloma torcaza, tucán y pava del monte entre otros.

La recolección se realiza de especies vegetales como el pacay en los meses de noviembre y diciembre, la guayaba en los meses de marzo y abril, la mora en los meses de octubre y noviembre. La pesca de especies pequeñas como las mojarra (doraditos), el dentado, patiz, bagre y otros se realiza todo el año, en el río Bermejo y sus afluentes. También existe la pesca tradicional del sábalo, un pez migratorio, con vida relativamente corta, sin embargo es muy sensible a los cambios de flujo del río y la presión de la pesca. (PDM, 2014)

### 2.1.8.- Cuencas

El área de estudio, presenta afluentes menores de agua en su superficie siendo el principal, la quebrada “Santa Rosa”, que atraviesa toda la superficie en estudio. La Comunidad de Candado Grande es la única que se encuentran a orillas del Río Bermejo y forma parte de la cuenca del río Grande de Tarija y del río Bermejo. (PDM, 2014).

**Cuadro Nro. 9** Cuencas principales.

CUENCAS	SUPERFICIE	
	Km <sup>2</sup>	%
Río Grande de Tarija	222.68	61.47
Río Bermejo	139.58	38.53
<b>TOTAL</b>	<b>362,26</b>	<b>100,0</b>

**Fuente: MORALES, 2017**

## **CAPITULO III**

### **MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1.- MATERIALES**

##### **3.1.1.- Material de gabinete.**

Equipos de computación:

- Portátil HP.
- Impresora

Software:

- ARCGIS versión 10.3
- Microsoft Word, Excel.

##### **3.1.2.- Material Cartográfico**

- Imagen Satelital Imagen LANDSAT ETM 7 Y 8.
- Mapa base del área de estudio

##### **3.1.3.- Material de campo.**

- Wincha métrica.
- Brújula.
- Eclímetro.
- GPS (Sistema de Posición Geográfico)
- Cámara fotográfica digital.
- Machete.
- Planillas para la toma de datos

➤ Tablero

### **3.2.- METODOLOGIA**

La metodología de trabajo consistió en las siguientes etapas

#### **3.2.1.- Delimitación en el área de estudio**

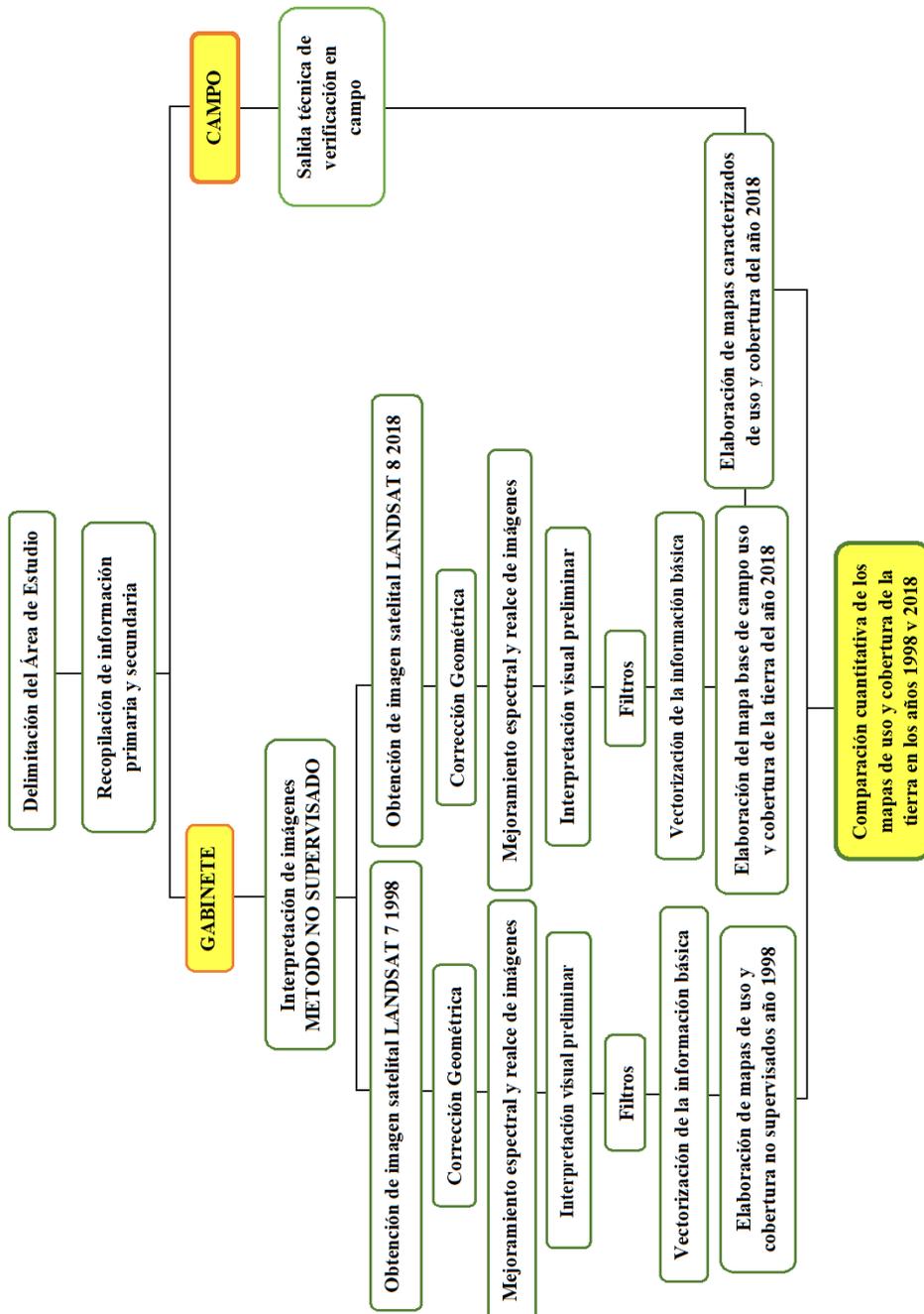
De acuerdo al INRA (Instituto Nacional de Reforma Agraria), no existe una delimitación oficial en las comunidades que conforman el área de estudio, por ende no se pudo definir la colindancia de cada comunidad. Tomando en cuenta este antecedente, se delimito el área de estudio, en base a la topografía del terreno, mediante las serranías que lo conforman el valle en donde se extienden las comunidades en estudio. Tampoco se tomó en cuenta el criterio de limitar como cuenca hidrográfica, ya que las 5 comunidades se encuentran en una intercuenca con afluentes menores.

Se identificó la ubicación geográfica de las 5 comunidades mediante el uso del Google Earth, el cual es un programa informático que muestra un globo virtual, y permite visualizar múltiple cartografía, con base en la fotografía satelital. Una vez identificado el área se procedió a crear el polígono para el área de estudio, en cuyo caso son las comunidades Candado Grande, Santa Rosa, Villanueva, La Florida y Cañadón Buena Vista, mediante el software ArcGis.

#### **3.2.2.- Recopilación de información primaria y secundaria.**

En esta fase se realizó la búsqueda de información pertinente al desarrollo de la investigación, a través del uso de bases de datos, páginas web, libros, artículos científicos, etc. Adicionalmente se realizaron investigaciones con actores estratégicos como la alcaldía del municipio a la que pertenecen las comunidades, y por supuesto con actores estratégicos como los representantes de la comunidad (OTB), todo para la búsqueda de información específica del área de estudio.

### 3.2.3.- Marco de trabajo



Fuente: Elaboración propia

### **3.2.4.- Etapa de Gabinete**

La mayor parte de estas etapas se realizaron utilizando el software ArcGis Versión 10.3, en gabinete.

#### **3.2.4.1.- Obtención de imágenes satelitales LANDSAT 7 y 8 para los años 1998 y 2018.**

La descarga de imágenes satelitales LANDSAT 7 y 8 del año 1998 y 2018, se realizó de manera gratuita de la página [www.earthexplorer.usgs.gov.com](http://www.earthexplorer.usgs.gov.com), el cual dispone de una amplia base de datos histórica de imágenes obtenidas de los diferentes satélites Landsat con registros que llegan hasta la fecha actual. Una vez obtenidas las imágenes se procede a darles un tratamiento de manera individual.

#### **3.2.4.1.- Corrección Geométrica de Imágenes satelitales**

El proceso de corrección consistió en la transformación matemática de coordenadas, desde un sistema de imagen (número de fila y columna - pixel) a un sistema de coordenadas reales del terreno. A través del uso del software ArcGis, en esta etapa se procede a corregir o georeferenciar correctamente, los desplazamientos en las imágenes satelitales, y así poder conseguir la proyección cartográfica correcta, la UTM WGS 84 (latitud, Longitud).

#### **3.2.4.2.- Mejoramiento espectral y realce de imágenes**

El mejoramiento de la imagen, consistió en ejecutar un procesamiento numérico para realzar, enfatizar o suprimir, ciertas características de la misma. Por ejemplo, para

desearse un mayor contraste entre los objetos que integran la imagen, necesitar poner énfasis en los límites de distintas coberturas vegetales, etc.

Los "niveles ND" (Nivel Digital) de cada pixel pueden ser modificados con vistas a mejorar o resaltar cierta información para un estudio determinado, siendo precisamente esta modificación el concepto de "realce de imágenes digitales". Se pueden definir, a priori, diversos tipos de realces que normalmente mejoraran la visualización, eliminaran defectos, resaltarán ciertas características geométricas, etc. con vistas a obtener unos resultados determinados. Conviene destacar, asimismo, que la forma más elemental de conocer una imagen digital es a través de su histograma de frecuencias para cada ND, donde quedará patente tanto el contraste (rango entre máximo y mínimo del valor digital para cada pixel), como el nivel de radiación. Ambos conceptos permitirán diseñar un tipo específico de realces.

En este caso se realizó la combinación de bandas espectrales en las imágenes satelitales, que resaltaban la vegetación y los suelos, para el año 1998 se utilizó una combinación 5-4-3 en Landsat 7, y para el año 2018 una combinación 6-5-4 en Landsat 8.

#### **3.2.4.3.- Interpretación Visual Preliminar**

La interpretación visual de las imágenes, se basa en la habilidad humana de relacionar colores y patrones en una imagen de características del mundo real. Muy a menudo el resultado de la interpretación es hecho explícito a través de la digitalización de la geometría y los datos temáticos, y objetos relevantes. Esta es utilizada para producir información espacial como ser: Mapas de suelos, mapas catastrales, mapas de uso de la tierra, etc. (Bakker, 2001)

Con objeto de conocer la variación general de la cobertura y uso de la tierra, se interpretó los patrones de cobertura y uso del suelo, utilizando como estándares de

interpretación el tono, color y la exposición de acuerdo al relieve. Estas características nos ayudaran a comprender como se refleja el campo en la realidad y principalmente a la creación de una leyenda, la cual se realizó en base a la leyenda propuesta por la FAO - UNESCO (1973) (Ver Anexo 1).

#### **3.2.4.4.- Filtros**

Bajo la denominación de filtros se incluyen a aquellas funciones encaminadas a obtener unas características dadas de la señal eliminando otras que no se desean, aislando componentes de interés. Mediante estas técnicas de filtraje, se suavizo o reforzó contrastes en la imagen, de tal forma que los ND de la imagen se asemejen o diferencien más de los correspondientes a los píxeles que le rodean. Con este procedimiento se pudo tener una mejor representatividad de la imagen clasificada y poder evitar el salpiqueo de polígonos.

#### **3.2.4.5.- Vectorización de la información básica**

Una vez teniendo las imágenes clasificadas, mediante las herramientas de conversión del ArcGis, se procedió a convertir el formato de raster a vector, debido a que solo en este formato se podrá realizar el análisis de perímetros y áreas de cada una de las coberturas clasificadas para cada tipo de suelo y cada tipo de vegetación.

#### **3.2.4.6.- Elaboración de mapas de uso y cobertura de la tierra no supervisado 1998**

Una vez completado el procesamiento de imágenes satelitales se realizaron los siguientes mapas:

- **Mapa de Cobertura Vegetal de la tierra Año 1998.**
- **Mapa de Uso de la tierra del 1998.**

### **3.2.4.7.- Elaboración del mapa base de campo, uso y cobertura de la tierra del año 2018.**

Una vez completado el procesamiento de imágenes satelitales se realizaron los siguientes mapas:

- **Mapa de Cobertura Vegetal de la tierra 2018.**
- **Mapa de Uso de la tierra del 2018.**

### **3.2.5.- Etapa de Campo**

En esta etapa se realizará la gira campo en el área de estudio.

#### **3.2.5.1.- Salida técnica de verificación en campo**

La verificación en campo de los datos obtenidos en procedimientos y cálculos realizados en “escritorio”, es una acción ineludible al momento de garantizar la mayor confianza y veracidad de dichos datos, realizando posibles ajustes y/o correcciones. El acercamiento a la realidad, permitió obtener información adicional, a la cual difícilmente se logra tener acceso, por más información bibliográfica o multimedia que sea consultada, especialmente al momento de realizar consideraciones y análisis en las dimensiones social, económica y paisajística (**Padilla, 2015**).

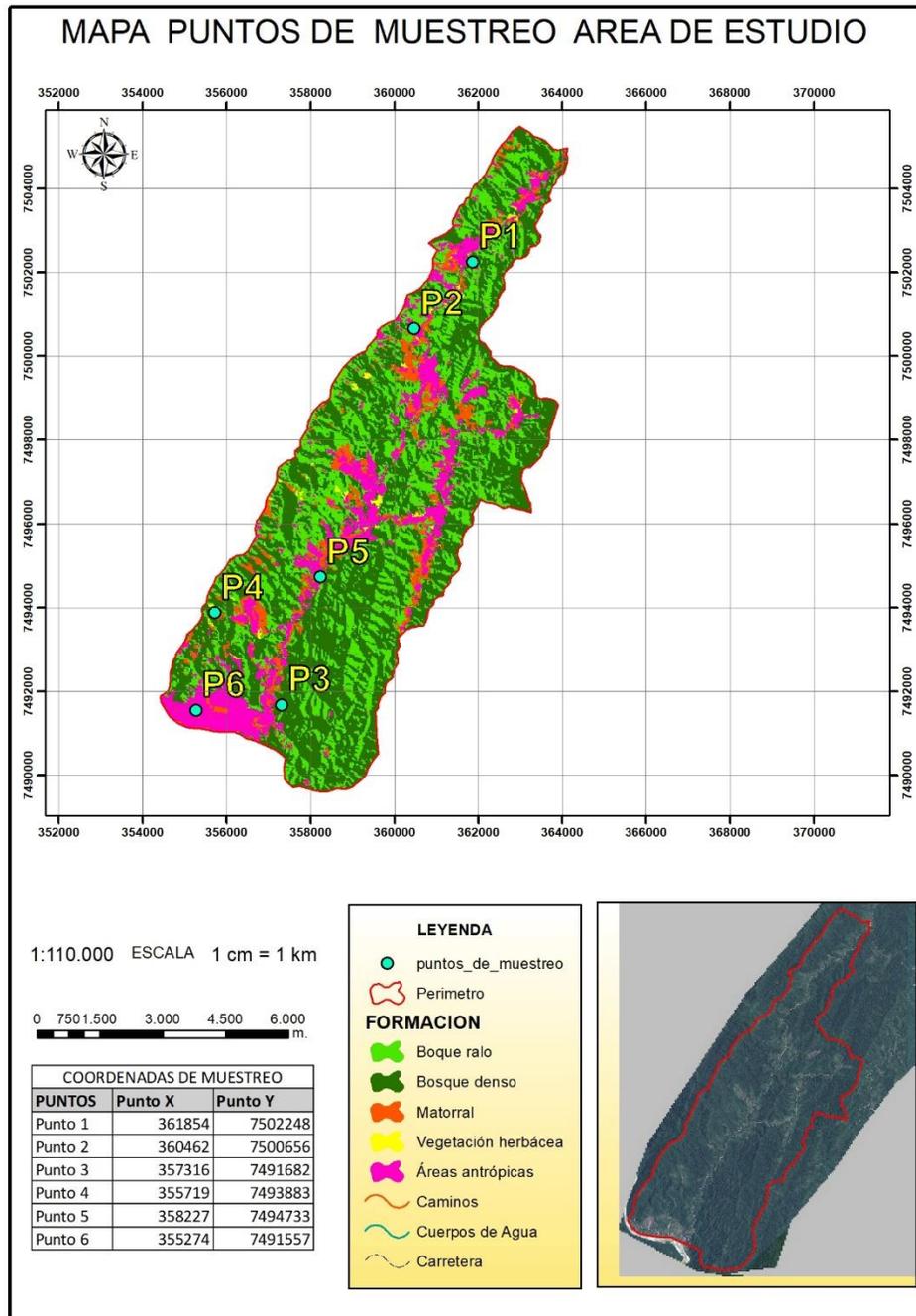
La metodología utilizada para localizar puntos de muestreo fue el siguiente:

#### **- Muestreo aleatorio estratificado**

En este tipo de muestreo la población en estudio se separa en subgrupos o estratos que tienen cierta homogeneidad. Después de la separación, dentro de cada subgrupo se debe hacer un muestreo aleatorio simple. El requisito principal para aplicar este método de muestreo es el conocimiento previo de la información que permite subdividir a la población. La justificación para la definición de distintos estratos está en que la variabilidad que presentan los mismos es inferior a la que presenta el conjunto del sitio,

es decir, la variabilidad intra-estratos es menor que interestratos. (MOSTACEDO, 2000)

Mapa Nro. 5 Mapa de Estudio de Campo



En este reconocimiento de campo se realizaron dos actividades fundamentales

- **Llenado de planillas para el mapa de cambio de uso y cobertura de la tierra año 2018.**- Utilizando el mapa de cobertura y uso del suelo del año 2018 como base realizado previamente, se identificaron puntos de muestreo que nos permitieron realizar un mejor reconocimiento y caracterización del área de estudio. Lo que permitió una mejor observación según el criterio de relación con el paisaje, para lo cual se ubicaron puntos de muestreo en las partes representativas de cada unidad de clasificación, en donde se realizó una mejor observación y confiable interpretación del terreno, utilizando planillas para recoger datos, cámara fotográfica para capturar imágenes en los diferentes puntos de muestreo, y también se describió la vegetación y el uso del suelo, para ajustes en la interpretación final de los mapas del año 2018. (Ver Anexos 14-22)
- **Llenado de encuestas para el mapa de cambio de uso y cobertura de la tierra año 1998.**- Unos de los principales inconvenientes en las comunidades rurales de nuestro departamento, es la falta de información registrada debidamente, o de muy difícil acceso por el tiempo. Por ende fue necesario realizar encuestas para el presente estudio, encuestas dirigidas a comunarios que vivieron con longevidad en las comunidades, ya que representan fuentes más confiables y precisas de información, acerca de los cambios de uso y cobertura de la tierra en el a partir del año 1998. Información que sirvió de respaldo y en ajustes de interpretación del mapa final de uso y cobertura del año 1998. (Ver Anexos 23-28)

### **3.2.6.- Etapa de Post-Campo**

#### **3.2.6.1.- Elaboración de mapas caracterizados de uso y cobertura de la tierra del año 2018**

Con los datos obtenidos en campo se procedió a realizar los siguientes mapas:

- **Mapa caracterizado de la Cobertura Vegetal de la tierra Año 2015.**
- **Mapa caracterizado de Uso de la tierra del 2015.**

#### **3.2.6.2.- Comparación cuantitativa de los mapas de uso y cobertura de la tierra en los años 1998 y 2018**

A partir de los datos vectoriales resultantes de ambos mapas clasificados, se realizó una cuantificación del número de hectáreas existentes en cada categoría, y para cada año. Finalmente, partiendo de los resultados obtenidos se podrá analizar la transición en el cambio de uso y cobertura de la tierra en las comunidades Candado Grande, Santa Rosa, Villanueva, La Florida y Cañadón Buena Vista así como sus causas y consecuencias.

Así también se realizó un mapa de altitudes en el área de estudio con el fin de facilitar la descripción de las unidades de clasificación.(Ver Anexo 29).

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSION**

#### **4.- RESULTADOS.**

Mediante el análisis e interpretación satelital de imágenes Landsat TM, en las 5 comunidades en estudio, se obtuvieron los siguientes resultados:

##### **4.1.- Tipos de coberturas y usos de la tierra identificados en los años 1998 y 2018**

A través del análisis multiespectral y multitemporal de imágenes satelitales, y utilizando como referencia la leyenda propuesta por **FAO – UNESCO (1973)**, se logró identificar los siguientes tipos de cobertura y uso de la tierra en los años 1998 y 2018.

##### **4.1.1.- Cobertura de la tierra**

- Bosque denso mayormente siempre verde semideciduo submontano.
- Bosque ralo mayormente siempre verde, estacional o de transición submontano.
- Matorral mayormente caducifolio semideciduo submontano.
- Vegetación herbácea graminoide intermedia, sinusia arbustiva submontano.
- Áreas Antrópicas.

##### **4.1.2.- Usos de la tierra**

- Protección con uso agrosilvopastoril limitado.
- Uso agropecuario extensivo.
- Uso productivo de bosques permanentes – Uso agrosilvopastoril.
- Uso silvopastoril – Uso agropecuario extensivo.

#### **4.2.- Mapas caracterizados de Cobertura y uso actual de la tierra 2018**

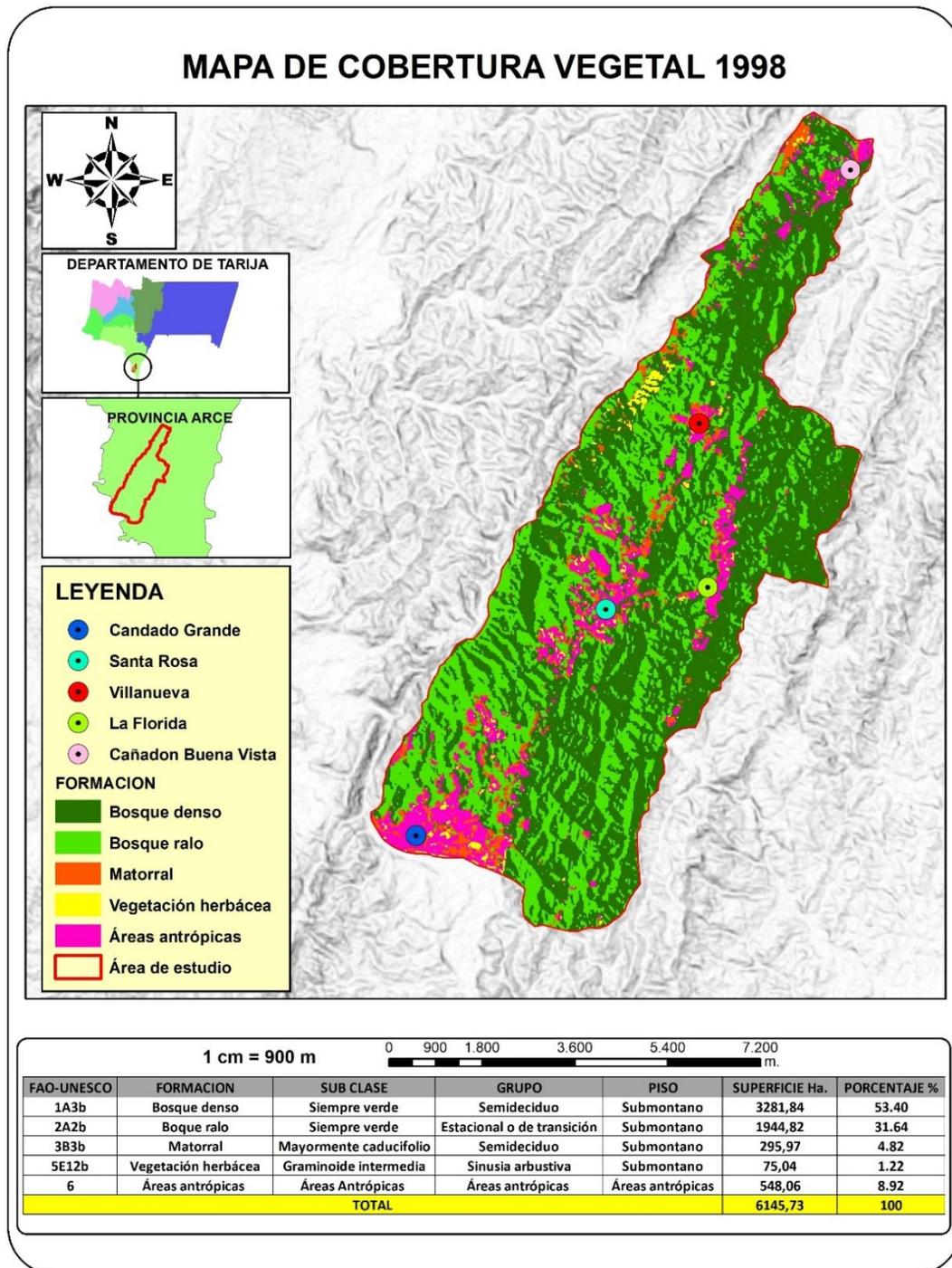
Una vez realizados los mapas de cobertura vegetal y uso de la tierra del año 2018 en gabinete, se procedió a utilizarlos como base para poder realizar el estudio de campo.

Con el levantamiento de información in situ de los puntos representativos de cada unidad de clasificación en el área de estudio, se obtuvo los mapas de cobertura vegetal y uso de la tierra caracterizados, además de la recolección de datos en planillas, y encuestas a pobladores de la región.

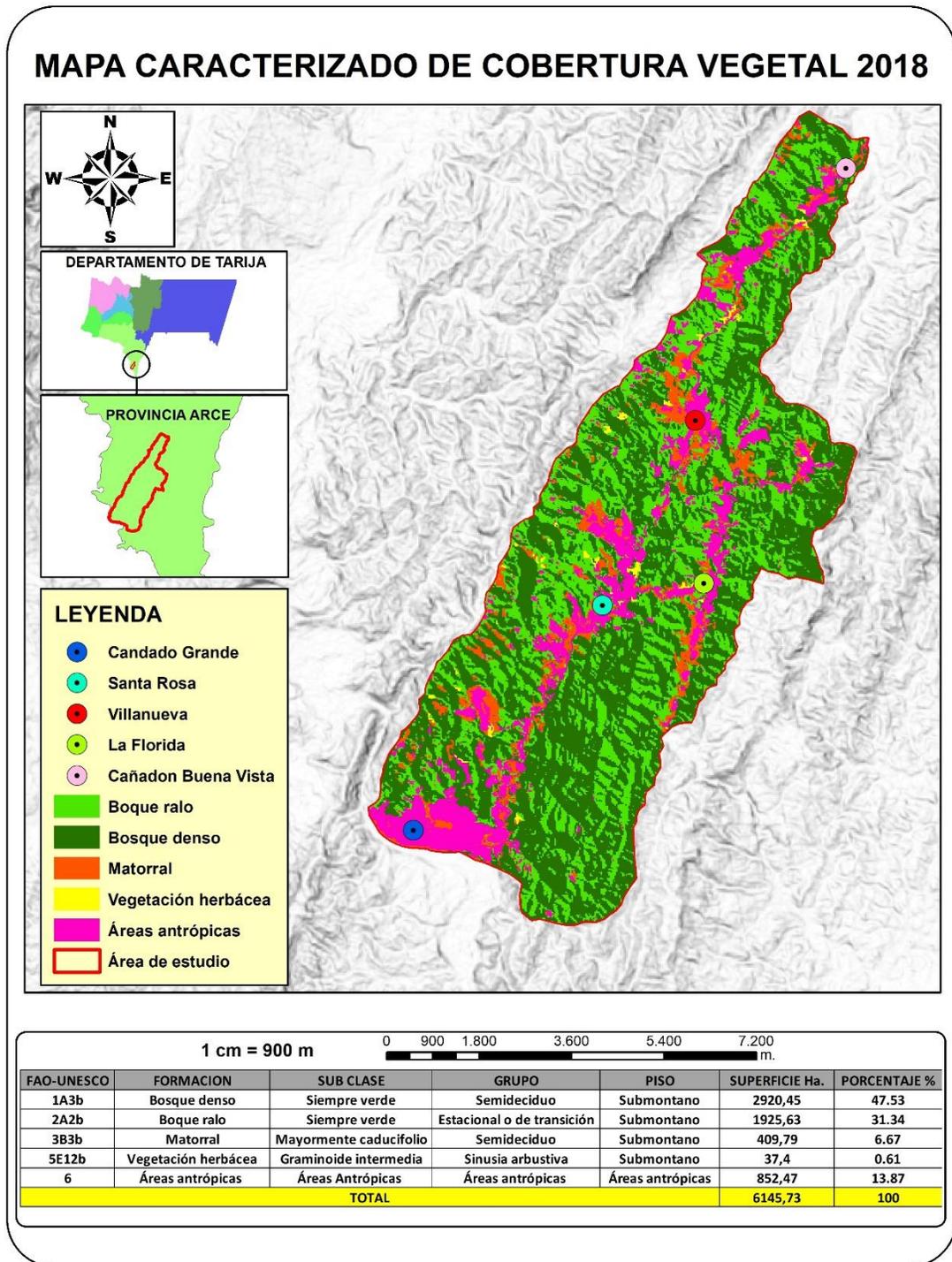
Los mapas obtenidos en el área de estudio se presentan a continuación:

### 4.3.- Mapas de Cobertura Vegetal

Mapa Nro. 6 Mapa de Cobertura Vegetal del año 1998.

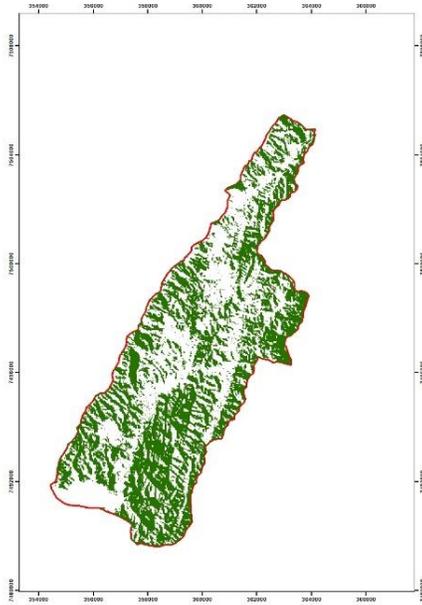


Mapa Nro. 7 Mapa Caracterizado de Cobertura Vegetal del año 2018.



### 4.3.1.- Tipo de cobertura vegetal identificados

#### 4.3.1.1.- (1A3b) Bosque denso siempre verde, semideciduo submontano.



Unidad que se encuentra ubicada dentro de la Provincia Fisiográfica del Subandino, perteneciente al piso ecológico altitudinal denominado submontano a una altura de 570 a 1000 m.s.n.m., con una clima que varía de subhúmedo a húmedo con un temperatura media anual de 29.1°C y con una temperatura máxima extrema de 46°C y precipitaciones 1100 mm/año.



Se conforma por serranías con pendientes que van de moderadamente escarpado (15-30%), de forma cóncava en piedemontes y convexa en las divisorias, a muy escarpado (60-90%) de forma recta a semirecta. El drenaje es rápido a muy rápido, la pedregosidad es común (5-15%) la rocosidad es común (5-15%) en piedemontes y mucha (15-40%) en las cima de las serranías, abarca 2920,45

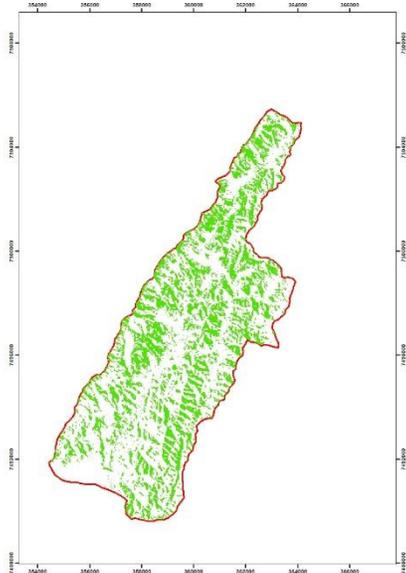
ha. y un 47.53% del área total convirtiéndola en la más extensa en la clasificación de cobertura vegetal.

Se encuentran una gran diversidad de especies arbóreas, arbustivas. El estrato arbóreo es el más predominante conjugado con arbustos y vegetación herbácea. Las especies arbóreas más comunes son: Nogal (*Junghans australis*), Tipa (*Tipuana tipu*), Palo barroso (*Blepharocalix gigantea*), Aliso (*Alnus sp.*), Guaranguay (*Tecoma stand*), Laurel (*Pectandra sp.*), Cebil (*Anadenanthera macrocarpa*), Guayabo (*Myrtus guayaba*), Lecherón de monte (*Sebastiania sp.*), Laurel Verde (*Casearia sylvestris*), Mora Negra (*Chlorophoratinotoria*), Lapacho (*Tabeuia sp.*), etc. Entre las especies arbustivas encontramos: Arrayan (*Eugenia uniflora L.*), Cedrón (*Aloysia cf. Fiebrigii*), Coca de monte (*Erithrosylum sp.*). Entre la vegetación herbácea tenemos: Caña hueca (*Arundo donax L.*), Grama (*Cynodum dactylon*), Cola de zorro (*Setaria geniculata*), Pasto elefante (*Pennisetum purpureum*).

Si bien existe vegetación herbácea, de manera natural en estos bosques, es en las zonas descubiertas del estrato arbóreo, causado por la actividad antrópica, donde se desarrollan a plenitud, siendo las gramíneas las primeras en desarrollarse.

La mayoría de las especies arbóreas presentan forraje todo el tiempo, habiendo excepciones en pocas especies, esta unidad se extiende en las 5 comunidades en estudio: Candado Grande, Santa Rosa, Villanueva, La Florida y Cañadón Buena Vista.

#### 4.3.1.2.- (2A2b) Bosque ralo siempre verde, estacional o de transición submontano.



Unidad que se encuentra ubicada dentro de la Provincia Fisiográfica del Subandino, perteneciente al piso ecológico altitudinal denominado submontano a una altura de 570 a 1000 m.s.n.m., con un clima que varía de subhúmedo a húmedo con una temperatura media anual de 29.1°C y con una temperatura máxima extrema de 46°C y precipitaciones 1100 mm/año.

Se conforma por serranías con pendientes que van de moderadamente escarpado (15-30%) a muy escarpado (60-90%), de forma cóncava en piedemontes y convexa en las divisorias. El drenaje es rápido a muy rápido, la rocosidad es común (5-15%) en piedemontes y mucha (15-40%) en las cimas de las serranías, abarca 1925,63 ha. y un porcentaje del 31.34% del área total.

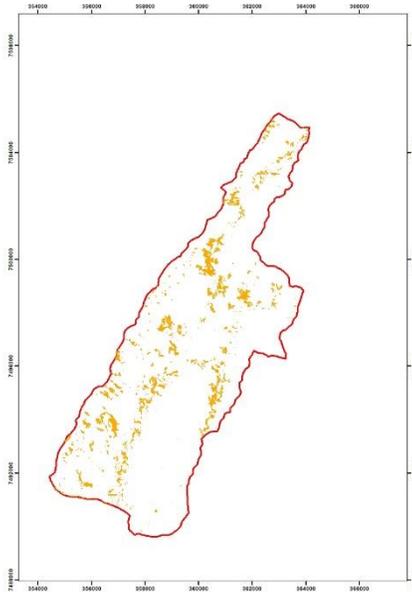


Esta clasificación comparte bastante similitud con el bosque denso anteriormente descrito, sin embargo la diferencia radica en la exposición de laderas que conforman esta unidad, la cual es de sur a este. Esta

orientación permite una mayor exposición al sol en el día, lo cual deriva en una mayor evapotranspiración de la vegetación.

Resultado de estos procesos se forma una comunidad de árboles que cubren menos la superficie, y a la vez una transición del estrato arbóreo, a matorrales y vegetación herbácea. Estas son las especies arbóreas más comunes son: Nogal (*Junglans australis*), Tipa (*Tipuana tipu*), Palo barroso (*Blepharocalix gigantea*), Aliso (*Alnus sp.*), Guaranguay (*Tecoma stand*), Laurel (*Pectandra sp.*), Cebil (*Anadenanthera macrocarpa*), Guayabo (*Myrtus guayaba*), Lecherón de monte (*Sebastiania sp.*), Laurel Verde (*Casearia sylvestris*), Mora Negra (*Chlorophoratinotoria*), Lapacho (*Tabeuia sp.*), etc. Entre las especies arbustivas encontramos: Arrayan (*Eugenia uniflora L.*), Cedrón (*Aloysia cf. Fiebrigii*), Coca de monte (*Erthrosylumsp*). Entre la vegetación herbácea tenemos: Caña hueca (*Arundo donax L.*), Grama (*Cynodum dactilon*), Cola de zorro (*Setaria geniculata*), Pasto elefante (*Pennicetum purpureum*). Esta unidad se extiende en las 5 comunidades en estudio: Candado Grande, Santa Rosa, Villanueva, La Florida y Cañadón Buena Vista.

#### 4.3.1.3.- (3B3b) Matorral mayormente caducifolio, semideciduo submontano.

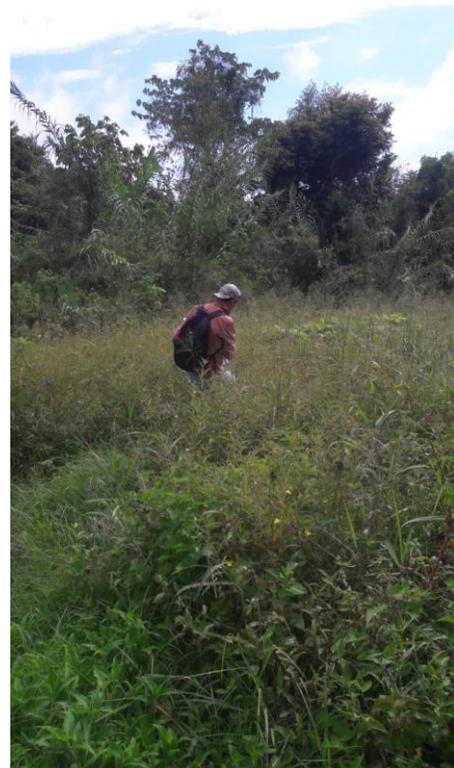


Unidad que se encuentra ubicada dentro de la Provincia Fisiográfica del Subandino, perteneciente al piso ecológico altitudinal denominado submontano, a una altura de 460 a 550 m.s.n.m., con un clima que varía de subhúmedo a húmedo con una temperatura media anual de 29.1°C y con una temperatura máxima extrema de 46°C y precipitaciones 1100 mm/año.

Los paisajes dominantes son terrenos con pendiente casi plana (0.5-2%) y piedemontes con una pendiente ligeramente inclinada (2-5%) a

fuertemente inclinado (60-90%), de forma convexa, con muy poca rocosidad superficial en superficies planas, y común en los piedemontes. Los Matorrales abarcan una superficie de 409,79 ha. y un porcentaje de 6.67% del área total.

Esta unidad conforma la transición entre el área de mayor actividad antrópica y los bosques de vegetación nativa, presenta sitios con vegetación secundaria como consecuencia de anteriores chaqueos, y áreas de cultivos abandonadas. Como formación natural se extiende a lo largo de la quebrada Santa Rosa, la cual alberga en sus orillas poblaciones de gramíneas de gran tamaño, que se entremezclan con arbustos y árboles.



La composición de esta unidad está conformada por algunas especies arbóreas, y sobre todo arbustos y gramíneas de tamaño intermedio, como especies arbóreas tenemos: Lapacho rosado (*Tabebuia impetiginosa.*), Sauce criollo (*Salix humboldtiana*), Sauce llorón (*Salix babylonica*), Leucaena (*Leucaena leucocephala*). Entre especies

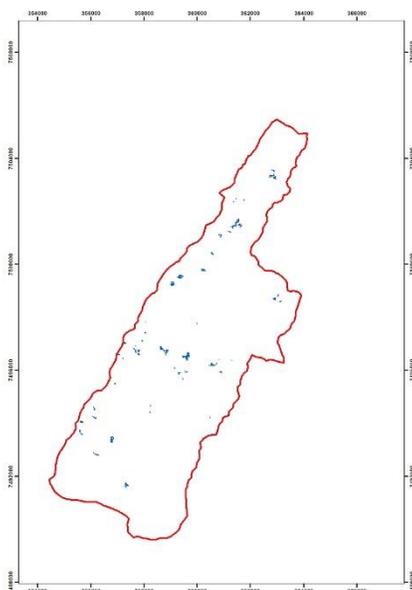


arbustivas tenemos: Arrayan (*Eugenia uniflora L.*), Cedrón (*Aloysia cf. Fiebrigii*), Coca de monte (*Erthrosylumsp*), Tartago (*Ricinus communis*). Entre la vegetación herbácea tenemos: Alfilón (*Justicia*

*oranensis*), Flor naranja (*Serjania sp.*), Parralillo (*Indigofera parodiana*), Caña hueca (*Arundo donax L.*), Hierba menta (*Hedeoma sp.*), Camalote (*Trichachne insulare*), Pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), Cebollin (*Syperus rotundus*), Grama (*Cynodum dactilon*), Diente de León (*Taraxacum officinale*), Rogelia (*Rodbolia exaltata*), Plumilla (*Leptochloa filiformis*), Panicum (*Panicum máximum*), Chilca (*Bacharis sp.*), Tabaquillo (*Solanum auriculum*), Cola de zorro (*Setaria geniculata*), Celosa (*Mimosa pudios*), Regalia (*Rodboelia exaltata*). Esta unidad se encuentra en las 5 comunidades en estudio, pero se extiende más en las comunidades de Santa Rosa, Villanueva, La Florida y Cañadón Buena Vista.

#### 4.3.1.4.- (5E9b) Vegetación herbácea graminoide intermedia, sinusia arbustiva submontano.

Unidad que se encuentra ubicada dentro de la Provincia Fisiográfica del Subandino, perteneciente al piso ecológico altitudinal denominado submontano a una altura de 460 a 570 m.s.n.m., con un clima que varía de subhúmedo a húmedo con una temperatura media anual de 29.1°C y con una temperatura máxima extrema de 46°C y precipitaciones 1100 mm/año.



Se conforma por terrenos ubicados en laderas de monte con pendientes fuertemente inclinadas (10-15%), así como en superficies planas (0-0.5%) en los piedemontes. El drenaje superficial es rápido en laderas, y la rocosidad es común. En superficies planas, el drenaje es bueno, con pedregosidad común y muy poca rocosidad.

La superficie de esta área de estudio es de 37,4 ha. y un porcentaje del 0.61%, llegando a ser el área más pequeña en la clasificación de cobertura, sin embargo la vegetación herbácea se encuentra

entrelazada en todos los sistemas de clasificación, en menor medida, y es en los sitios de vegetación secundaria donde realmente prosperan, esto debido a las consecuencias de la actividad antrópica.



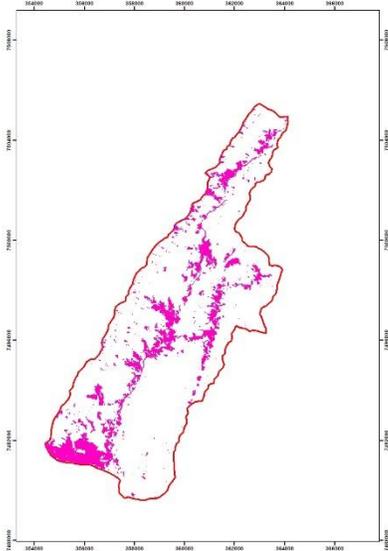
Entre la vegetación herbácea tenemos: Alfilón (*Justicia oranensis*), Flor naranja (*Serjania sp.*), Parralillo (*Indigofera parodiana*), Caña hueca (*Arundo donax L.*), Hierba menta (*Hedeoma sp.*), Camalote (*Trichachne insulare*), Pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), Cebollin (*Syperus rotundus*), Grama (*Cynodum dactilon*), Diente de León (*Taraxacum officinale*), Rogelia (*Rodbollia exaltata*), Plumilla (*Leptochloa filiformis*), Panicum (*Panicum máximum*), Chilca (*Bacharis sp.*),



Tabaquillo (*Solanum auriculum*), Cola de zorro (*Setaria geniculata*), Celosa (*Mimosa pudios*), Regalia (*Rodboelia exaltata*). Esta unidad se extiende en las 5 comunidades en estudio: Candado Grande, Santa Rosa, Villanueva, La Florida y

Cañadón Buena Vista.

#### 4.3.1.5.- (6) Áreas antrópicas.



Unidad que se encuentra ubicada dentro de la Provincia Fisiográfica del Subandino, perteneciente al piso ecológico altitudinal denominado submontano a una altura de 440 a 470 m.s.n.m., con un clima que varía de subhúmedo a húmedo con un temperatura media anual de 29.1°C y con una temperatura máxima extrema de 46°C y precipitaciones 1100 mm/año.



Son tierras con pendiente casi plana (0.5-2%), a plana (0-0.5%) cerca del afluente de agua, con un drenaje superficial bueno, las pedregosidad en la superficie es común (5-15%) y muy poca en afloramientos rocosos (0-2%), los suelos son generalmente profundos, sin fragmentos gruesos en el perfil y con una alta disponibilidad de nutrientes. Esta unidad abarca una superficie de 852,47 ha. y un porcentaje de 13.87% del área total.

Esta unidad se ubica a lo largo de valles en medio de los bosque nativos, siendo la superficie plana donde predomina la actividad agrícola, también se extiende cerca de la quebrada San Telmo utilizada para el riego de cultivos. Especies frutales como la Palta (*Persea americana*) y el Mango (*Mangifera indica*), crecen de manera natural en

medio de los asentamientos humanos, así como arboles ornamentales y de sombra como ser la Pata de vaca (*Bauhinia forficata*) y el Siete copas o Chapeo (*Terminalia catappa*). Sin duda la vegetación herbácea es la que se entrelaza en las áreas antrópicas, entre la vegetación herbácea tenemos: Caña hueca (*Arundo donax L.*), Camalote (*Trichachne insulare*), Pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), Cebollin (*Syperus rotundus*), Grama (*Cynodum dactilon*), Diente de León (*Taraxacum officinale*), Rogelia (*Rodbollia exaltata*), Plumilla (*Leptochloa filiformis*), Panicum (*Panicum máximum*), Chilca (*Bacharis sp.*), Tabaquillo (*Solanum auriculum*), Cola de zorro (*Setaria geniculata*), Celosa (*Mimosa pudios*), Regalia (*Rodboelia exaltata*).

Esta unidad se extiende en las 5 comunidades en estudio: Candado Grande, Santa Rosa, Villanueva, La Florida y Cañadón Buena Vista.

**Cuadro Nro. 10** Cambio en la cobertura vegetal en los años 1998 y 2018

Código FAO 1997	Tipo de Cobertura Vegetal	Superficie (Ha.) Año 1998	Superficie (Ha.) Año 2018	Cambio Superficie (Ha.)		% *	% **
							
1A3b	Bosque denso mayormente siempre verde semideciduo submontano	3281,84	2920,45	-	361,39	5.88	47.53
2A2b	Bosque ralo mayormente siempre verde, estacional o de transición submontano	1944,82	1925,63	-	19,19	0.31	31.34
3B3b	Matorral mayormente caducifolio, semideciduo submontano	295,97	409,79	113,82	-	1.85	6.67
5E96	Vegetación herbácea graminoide intermedia, sinusia arbustiva submontano.	75,04	37,4	-	37,64	0.61	0.61
6	Áreas antrópicas	548,06	852,47	304,41	-	4.95	13.87
<b>Total</b>		<b>6145,73</b>	<b>6145,73</b>	<b>418.23</b>	<b>418.23</b>	<b>13.6</b>	<b>100</b>

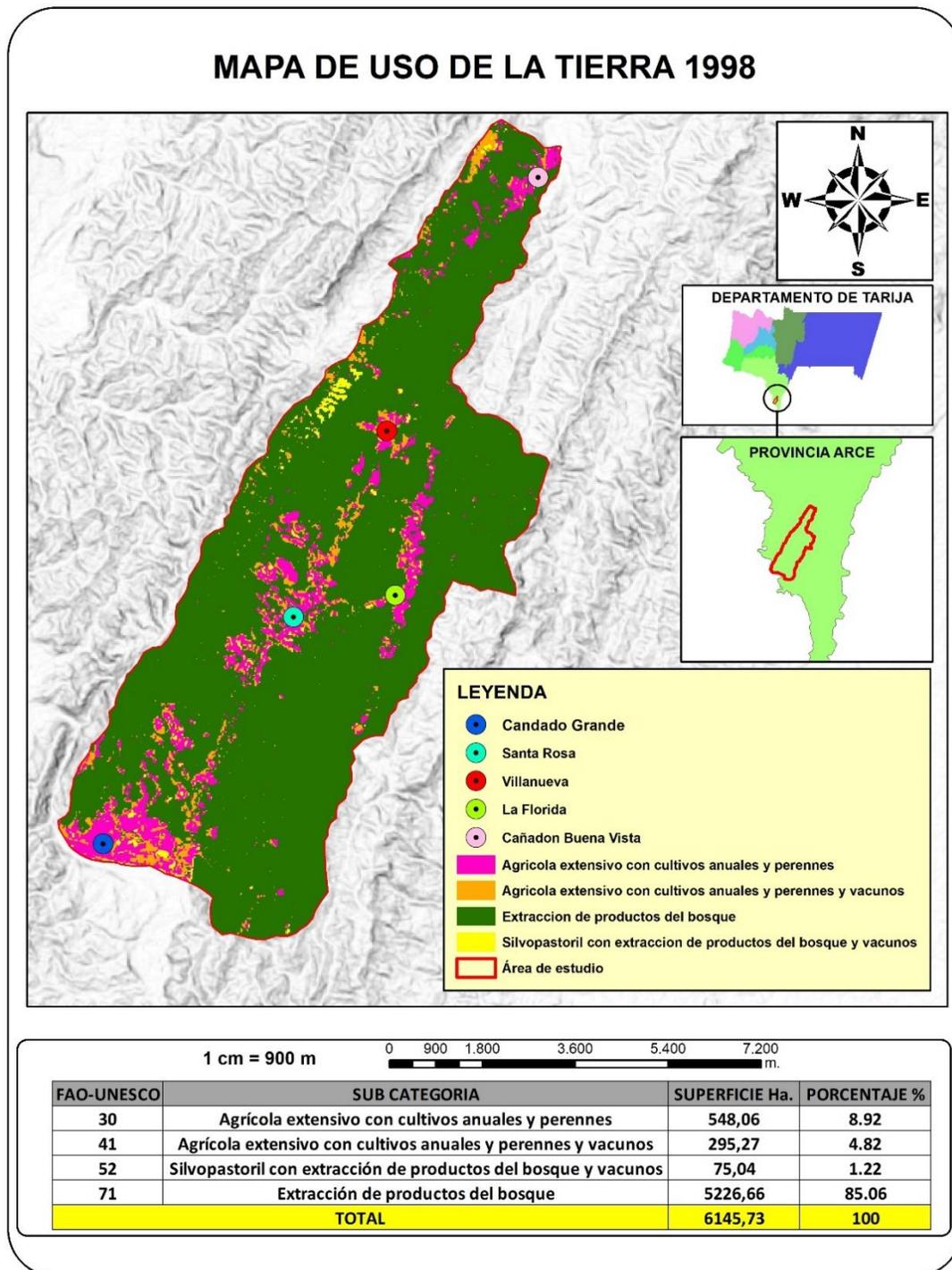
(Fuente: Elaboración propia)

\* Porcentaje de cambio de uso de la tierra con relación al área de estudio.

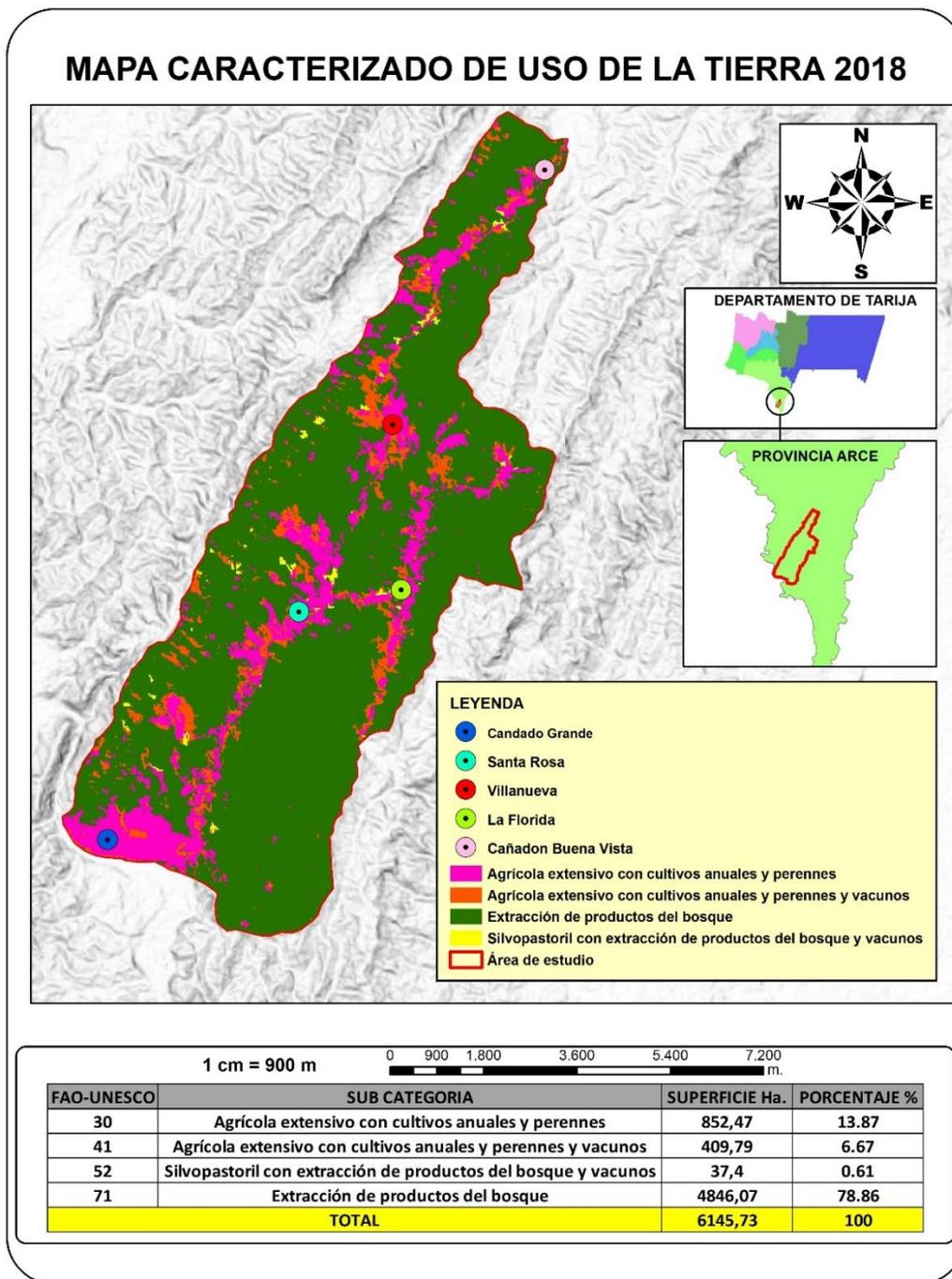
\*\* Porcentaje de la superficie de cambio de la cobertura vegetal con relación al área de estudio en el año 2018.

#### 4.4.- Mapa de Uso de la Tierra

Mapa Nro. 8 Mapa de Uso de la Tierra del año 1998.

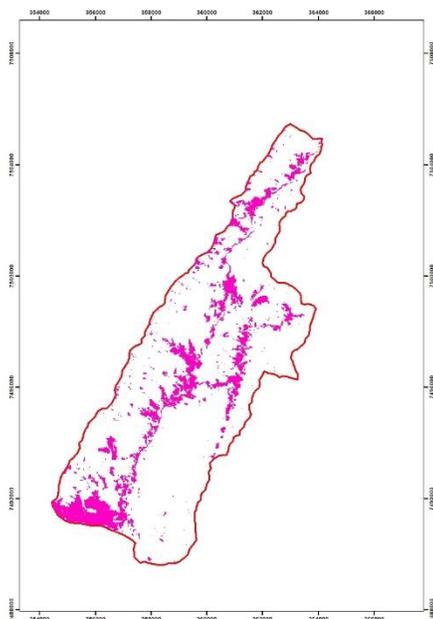


Mapa Nro. 9 Mapa Caracterizado de Uso de la Tierra del año 2018



#### 4.4.1.- Usos de la Tierra

##### 4.4.1.1.- (30) Agrícola extensivo con cultivos anuales y perennes.



Unidad que se encuentra ubicada dentro de la Provincia Fisiográfica del Subandino, perteneciente al piso ecológico altitudinal denominado submontano, a una altura de 440 a 470 m.s.n.m., con un clima que varía de subhúmedo a húmedo con una temperatura media anual de 29.1°C y con una temperatura máxima extrema de 46°C y precipitaciones 1100 mm/año.

Son tierras con pendiente casi plana (0.5-2%), a plana (0-0.5%) cerca del afluente de agua, con un drenaje superficial bueno, la pedregosidad en la superficie es común (5-15%) y muy poca en afloramientos rocosos (0-2%), los suelos son generalmente profundos, sin fragmentos gruesos en el perfil y con una alta



disponibilidad de nutrientes. Esta unidad abarca una superficie de 852,47 ha. y un porcentaje de 13.87% del área total.

La principal vocación económica de estas comunidades, se enfoca en la agricultura extensiva de cultivos anuales y perennes, predominando la caña de azúcar, el maíz y los cítricos.

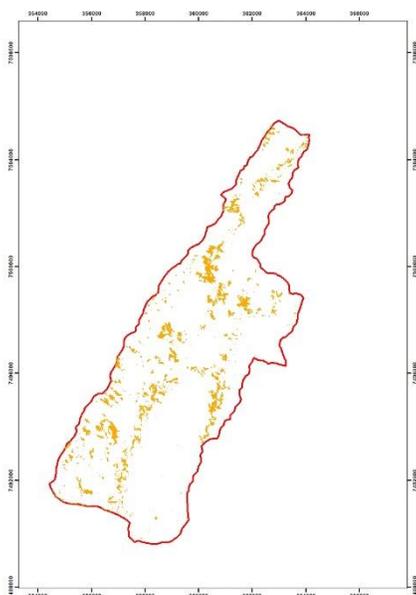
Dentro de los cultivos anuales se produce una gran variedad de verduras, hortalizas y cereales como ser: Papa, Maní, Cebolla, Tomate, Arveja, Berenjena, Zanahoria, Remolacha, Espinaca, Lechuga, Ajo, Pimentón, Calabaza, arroz y maíz, etc. Entre los cultivos permanentes se producen una gran variedad de cítricos así como otras plantas frutales como ser: Naranja, Mandarina, Limón, Lima, Pomelo, Durazno, Piña, Banana, Plátano, Papaya etc. La gran variedad de estos productos son destinados a mercados en Bermejo y Tarija, así como para el autoconsumo.

Todas las comunidades en estudio se encuentran en

esta unidad, Candado Grande, Santa Rosa, Villanueva, La Florida y Cañadón Buena Vista.



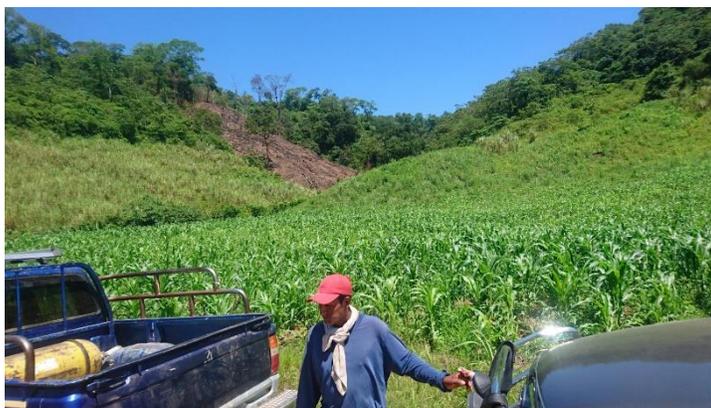
#### 4.4.1.2.- (41) Agrícola extensivo con cultivos anuales y perennes y vacunos.



Unidad que se encuentra ubicada dentro de la Provincia Fisiográfica del Subandino, perteneciente al piso ecológico altitudinal denominado submontano, a una altura de 460 a 550 m.s.n.m., con un clima que varía de subhúmedo a húmedo con una temperatura media anual de 29.1°C y con una temperatura máxima extrema de 46°C y precipitaciones 1100 mm/año.

Los paisajes dominantes son terrenos con pendiente casi plana (0.5-2%) y piedemontes con una pendiente ligeramente inclinada (2-5%) a fuertemente inclinada (60-90%), de forma convexa, con muy poca rocosidad

superficial en superficies planas, y común en los piedemontes. Esto debido a que la unidad se extiende en un terreno de transición entre las áreas con mayor actividad antrópica y el bosque nativo de la región,



sin embargo también se extiende por el afluente de agua del lugar, la cual es nombrada como quebrada “Santa Rosa”. La actividad ganadera no es la principal actividad económica en las cuatro comunidades, si bien la crianza de vacunos es escasa o nula en la región, esta se desarrolla sobre todo para el autoconsumo, así como la crianza de porcinos, ovinos y aves de corral. Esta unidad abarca una superficie de 409,79 ha. y un porcentaje de 6.67% del área total.

A igual que la unidad anterior, en los cultivos anuales se produce una gran variedad de



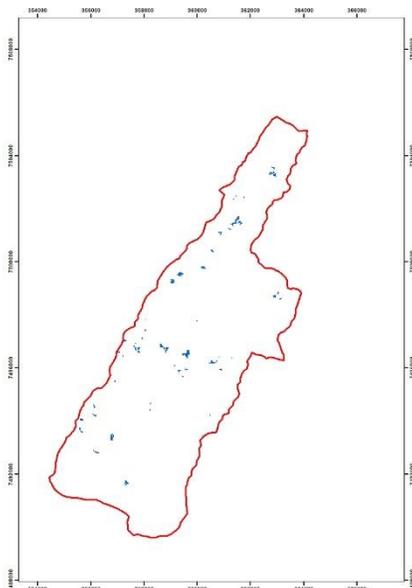
verduras, hortalizas y cereales como ser: Papa, Maní, Cebolla, Tomate, Arveja, Berenjena, Zanahoria, Remolacha, Espinaca, Lechuga, Ajo, Pimentón, Calabaza, arroz y maíz, etc. Entre los cultivos permanentes se

producen una gran variedad de cítricos así como otras plantas frutales como ser: Naranja, Mandarina, Limón, Lima, Pomelo, Durazno, Piña, Banana, Plátano.

Cultivos como el maíz y los cítricos, se producen a secano en laderas inclinadas, ya que supone un ahorro económico en costos de riego, ya que pese a la topografía estas tierras son ricas en materia orgánica, sin embargo también suponen un riesgo por la erosión que puede producir.

Todas las comunidades en estudio se encuentran en esta unidad, sin embargo está más presente en Santa Rosa, La Florida, Villanueva y Cañadón Buena Vista.

#### 4.4.1.3.- (52) Silvopastoril con extracción de productos del bosque y vacunos.



Unidad que se encuentra ubicada dentro de la Provincia Fisiográfica del Subandino, perteneciente al piso ecológico altitudinal denominado submontano a una altura de 460 a 570 m.s.n.m., con un clima que varía de subhúmedo

a húmedo con una temperatura media anual de 29.1°C y con una temperatura máxima extrema de 46°C y precipitaciones 1100 mm/año.

Se conforma por terrenos ubicados en laderas de monte con pendientes fuertemente inclinadas (10-15%), así como en superficies planas (0-0.5%) en los piedemontes. El drenaje superficial es rápido en laderas, y la rocosidad es común. En superficies planas, el drenaje es bueno, con pedregosidad común y muy poca rocosidad.

Esta unidad abarca una superficie de 37,4 ha., y un porcentaje del 0.61% del área total, es la de menor extensión debido a la topografía del lugar, que está conformado sobre todo por serranías en donde no es posible realizar pastoreo. Sin embargo existe el pastoreo de vacunos, dirigida principalmente para el autoconsumo, aunque

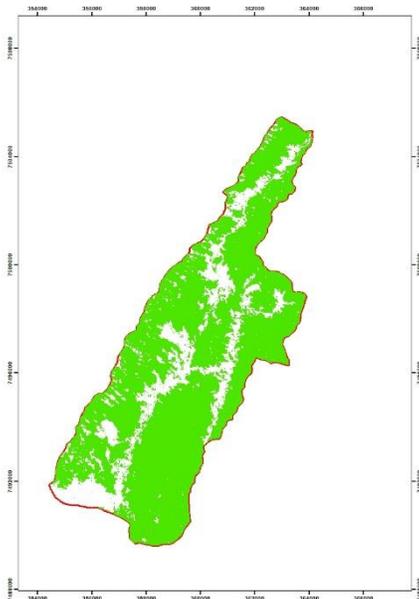


podría considerarse una actividad casi nula ya que la topografía del terreno no permite crear campos de pastoreo para vacunos. Otro factor limitante son las enfermedades que afectan al ganado, causando daños económicos al productor.

Existe el aprovechamiento de especies valiosas del bosque, como ser: Cedro, Lapacho, Nogal, Palo Barroso, Cebil, Afata, Palo Lanza y Roble, sin embargo al igual que la ganadería se limita más al uso y necesidad de los comunarios. La actividad comercial de maderas aunque es escasa, se realiza de manera ilegal, pese a los controles en el ingreso a Bermejo, principal mercado económico de las comunidades en estudio.

La ampliación de la frontera agrícola suele ser la principal causa de la explotación forestal, además de la obtención de otros productos del bosque. Esta unidad se extiende en las 5 comunidades en estudio, Candado Grande, Santa Rosa, La Florida, Villanueva y Cañadón Buena Vista.

#### 4.4.1.4.- (71) Extracción de productos del bosque.



Unidad que se encuentra ubicada dentro de la Provincia Fisiográfica del Subandino, perteneciente al piso ecológico altitudinal denominado submontano a una altura de 570 a 1000 m.s.n.m., con un clima que varía de subhúmedo a húmedo con una temperatura media anual de 29.1°C y con una temperatura máxima extrema de 46°C y precipitaciones 1100 mm/año.

Se conforma por serranías con pendientes que van de moderadamente escarpado (15-30%) a muy escarpado (60-90%), de forma cóncava en piedemontes y convexa en las divisorias. El drenaje es rápido a muy rápido, la rocosidad es común (5-15%) en piedemontes y mucha (15-40%) en las cima de las serranías.

Unidad que abarca una superficie de 4846,07 ha. y un porcentaje de 78.86% del área total, convirtiéndola en la más extensa de la clasificación de suelos. Se caracteriza por estar conformado por serranías que poseen una riqueza vegetal diversa compuesta por especies arbóreas,



arborescentes y leñosas. La explotación selectiva de especies maderables valiosas, es una práctica que a los largos de los años ha puesto en peligro de extinción especies como el Cedro y la Quina, pese a que también se extraen las siguientes especies: Nogal, Tala,

Mora Negra, Cebil Colorado, Palo Barroso, Urundel, Tipa, Laurel Verde, Lecherón de Monte, Aliso, etc.

El aprovechamiento de especies maderables y consiguiente deforestación, se realiza para ampliar la frontera agrícola, consumo de leña, carbón, y extracción de madera, para construcciones. El aprovechamiento selectivo es realizado por motosierristas, quienes generalmente son pobladores locales que ejecutan el aserrado o cuartoneo en el lugar de apeo, principalmente con motosierra o hachas, sin ningún manejo ni planificación, lo que deriva en un alto grado de desperdicio de materia prima.

Actualmente, las operaciones de aprovechamiento forestal (corta, extracción, rodeo y transporte, apertura de caminos y otras) están reguladas de acuerdo a lo establecido en la Ley Forestal, lo que afecta la comercialización de especies maderables valiosas en la región. Esta unidad se extiende por las 5 comunidades del área de estudio: Candado Grande, Santa Rosa, Villanueva, La Florida y Cañadón Buena Vista.



**Cuadro Nro. 11** Cambio en el uso de la tierra en los años 1998 y 2018

Código FAO 1997	Tipo de Uso de la Tierra	Superficie (Ha.) Año 1998	Superficie (Ha.) Año 2018	Cambio Superficie (Ha.)		% *	% **
							
30	Agrícola extensivo con cultivos anuales y perennes	548,06	852,47	304,41	-	4.95	13.87
41	Agrícola extensivo con cultivos anuales y perennes y vacunos	295,97	409,79	113,82	-	1.85	6,67
52	Silvopastoril con extracción de productos del bosque y vacunos	75,04	37,4	-	37,64	0.61	0.61
71	Extracción de productos del bosque	5226,66	4846,07	-	380,59	6.2	78.86
<b>Total</b>		6145,73	6145,73	418.23	418.23	13.6	100

(Fuente: Elaboración propia)

\* Porcentaje de cambio de uso de la tierra con relación al área de estudio.

\*\* Porcentaje de la superficie de cambio de la cobertura vegetal con relación al área de estudio en el año 2018.

#### **4.5.- DISCUSIONES**

Se identificó 4 categorías en la clasificación de uso de la tierra, y 5 categorías en cuanto a cobertura vegetal, dentro del área de estudio conformado por las comunidades: Candado Grande, Santa Rosa, Villanueva, La Florida y Cañadón Buena Vista.

Se pudo constatar que en la zona de estudio, conformado por las comunidades Candado Grande, Santa Rosa, Villanueva y La Florida, existió un cambio significativo en cuanto a la pérdida de hábitats naturales y un incremento en la actividad antrópica, considerando el bajo número de habitantes en toda el área.

La entrevista con comunarios de la región, realmente despeja muchas dudas acerca de las actividades antrópicas realizadas y de cómo estas se relacionan con el cambio de cobertura y de uso de suelo.

Los cultivos a secano, al estar ubicados en laderas, provocan el desprendimiento de suelos, este fenómeno ya ocurre en laderas descubiertas sin vegetación. La explotación selectiva de especies valiosas sin ningún tipo de manejo planificado, provoca la disminución de estas poblaciones de árboles que con el tiempo pueden llegar a extinguirse en la región.

Los problemas financieros en el ingenio azucarero en Bermejo, así como la nueva competencia que enfrenta, han ocasionado una conversión de terrenos con caña a plantaciones de cítricos en los últimos años en las 5 comunidades en estudio. Los cultivos de caña de azúcar, con el tiempo generan un desgaste del suelo en cuanto a materia orgánica, lo que ocasiona una degradación lentamente. Y aún más perjudicial son los chequeos realizados cada año, que en algunas ocasiones suele generar incendios.

La promesa de una planta de cítricos es un tema pendiente que lleva bastante tiempo en suspensión, y también fue uno de los incentivos para la conversión de cultivos de caña de azúcar, a cítricos. De realizarse sería una excelente alternativa frente a los

cultivos de caña, que por el momento causan mayor degradación ambiental. El crecimiento demográfico no pudo ser demostrado debido a la carencia de datos oficiales, de las comunidades en 1998, sin embargo la población de las 5 comunidades juntas, suman alrededor de 670 personas. Es una población de tamaño regular, considerando un cálculo entre el área de estudio y la demografía existente, que da como resultado a 9,17 ha. por persona.

El fenómeno de la migración temporal y permanente es una variable que va en contra del crecimiento demográfico de estas comunidades. La migración temporal viene sucediendo ya hace décadas, debido a que en el país vecino de Argentina, en donde la agricultura es intensiva, la remuneración por el trabajo en cultivos es mayor que en nuestro país. Muchos comunarios se dedican a este rubro desde jóvenes, así como la población adulta, la zafra también fue uno de los factores de la migración temporal, ya que la mano de obra en esta actividad exigía desplazarse a diferentes sitios de trabajo, sin embargo con la introducción de maquinarias por la sub gobernación de Bermejo para la cosecha de caña, ha disminuido drásticamente la zafra.

Por otro lado la migración permanente no es algo inusual, ya sea por un mejor estilo de vida, trabajo o familia. Son los jóvenes principalmente que por realizar estudios universitarios, migran a Tarija o Bermejo para completar su formación académica, y en busca de trabajo se establecen en otros lugares. Una cualidad a destacar en las 5 comunidades, es que la agricultura extensiva utilizada, es menos dañina que la intensiva empleada en Argentina y al sur de Bermejo. Los productos son tratados con recursos del lugar, no se introducen estimulantes en los cultivos con el fin acelerar su crecimiento o mejorar la producción, esto permite una mejor calidad de los productos alimenticios. Estos últimos años el cambio climático, ha generado fenómenos climáticos impredecibles, como el aumento de temperaturas, precipitaciones en estaciones no correspondientes, así como fuertes heladas que pueden matar cultivos perjudicando económicamente a los pequeños productores. Es importante tener que lidiar con esta realidad desde ahora, evitar expandir la frontera agrícola sería lo ideal para estas comunidades.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1.- CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos demuestran, los cambios existentes en las diferentes coberturas y uso de la tierra identificados, en los años 1998 y 2018. Para los cual se llegó a las siguientes conclusiones:

**a) Bosque denso mayormente siempre verde semideciduo submontano**, al ser la cobertura vegetal más extensa también es la que ha sufrido mayores cambios al tener en 1998 3281,84 ha. a tener 2920,45 ha. en 2018, perdiendo una cobertura de 361,39 ha. lo que equivale a unas 18.06 ha. por año. La extracción de especies valiosas aumenta paulatinamente en esta unidad.

**b) Bosque ralo mayormente siempre verde, estacional o de transición submontano**, es la unidad con menor superficies de cambio con tan solo 19,19 ha. Sin embargo esto puede deberse a que esta unidad pueda mimetizarse en alguna zonas con bosque denso, como también con los matorrales, lo que dificulta su clasificación.

Actualmente la cobertura está definida de acuerdo al uso de la tierra como:

***Extracción de productos del bosque:*** Unidad que representa la más extensa en la clasificación de uso de la tierra, representa la unión de dos unidades de vegetación, la del bosque denso y el bosque bajo. Abarca un área de 4846,07 ha. y por la tanto es la que más ha disminuido, con un total de 380,59 ha. de las 5226,66 ha en el año 1998. Esto debido a la expansión de la frontera agrícola así como el autoconsumo de recursos maderables.

**c) Matorral mayormente caducifolio, semideciduo submontano.**

Unidad que paso de tener 295,97 ha. en 1998 a 409,79% en 2018, esto debido al abandono de algunos cultivos en ladera así como la deforestación que abre paso a

gramíneas silvestres, que son la primeras en cubrir el terreno. La explotación de bosques también influyo en su incremento que es un total de 113,82 ha.

De acuerdo al uso de la tierra está definido como: *Agrícola extensivo con cultivos anuales y perennes y vacunos.*

Cultivos anuales a secano son producidos en ladera en donde se aprovechan las lluvias, cultivos como el maíz, cítricos y caña de azúcar utilizan este sistema, sin embargo es un gran riesgo por la erosión de suelos, así como la probabilidad de incendios debido a los chaqueos.

**d) Vegetación herbácea graminoide intermedia, sinusia arbustiva submontano.**

Unidad considerada la menos extensa en cuanto a superficie se refiere con solo el 37,04 ha. disminuyendo 37,64 ha. con relación a los 75,04 ha. en 1998. Las gramíneas se abren paso en donde la actividad antrópica ha dejado huella, constituyen la vegetación secundaria en cultivos abandonados, lo que realmente indica estas cifras, son las pequeñas superficies que por algún u otro motivo han dejado de ser utilizadas, además se encuentra en terrenos utilizado para pastoreo de vacunos, siendo este muy limitado de igual forma.

*Silvopastoril con extracción de productos del bosque y vacunos:* Como se mencionó anteriormente la actividad ganadera es limitada pero necesaria para el autoconsumo de las familias, el aprovechamiento de especies maderable en piedemontes, trae consigo nuevos cultivos, o lugares de pastoreo que son aprovechados.

**e) Áreas Antrópicas.** Unidad que tuvo un incremento considerable, de 548,06 ha. en 1998 a 852,47 ha. en 2018, son 304,41 ha. las que marcan la diferencia hace 20 años. No es de esperarse menos de esta unidad ya que abarca los principales asentamientos humanos, sin embargo gracias al clima de la región crece bastante vegetación naturalmente en medio de estas zonas.

*Agrícola extensivo con cultivos anuales y perennes:* la agricultura extensiva es el principal vocación de las 5 comunidades, la cual se realiza con una gran diversidad de cultivos, siendo los dominantes la caña de azúcar, el maní, el maíz, y los cítricos, Dependiendo del rendimiento en sus cosechas los comunarios van a comerciar a Bermejo o Tarija. Constituye la principal actividad económica gracias a la riqueza de los suelos los que se encuentran estas comunidades.

## 5.2.- RECOMENDACIONES

De la experiencia obtenida al haber realizado esta investigación, pondré a detalle las siguientes recomendaciones:

- Por ningún motivo la extracción de especies maderables debe ser realizada sin ningún manejo o planificación forestal, ya que afecta en gran medida el bosque nativo.
- En caso de carecer conocimientos de manejo y planificación en el aprovechamiento, deberían realizarse campañas de reforestación de especies nativas, para retribuir el daño causado.
- Investigar e invertir en cultivos alternativos que generen menor daño a la tierra, y que a la vez sean productivos económicamente.
- Utilizar la información generada en esta investigación para futuros proyectos, ya sean de plantación o de ordenamiento territorial, para un menor manejo sostenible.
- Crear programas de concientización para las 5 comunidades en estudio, acerca del manejo sostenible de bosques.