

Universidad Militar Nueva Granada. Núñez. Análisis Multitemporal de los cambios de la superficie de cultivo de arroz en la vereda Picalaña (Ibagué Tolima) sector rural entre los periodos 2010/2015/2020

ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LOS CAMBIOS DE LA SUPERFICIE DE CULTIVO DE ARROZ DE LA VEREDA PICALAÑA (IBAGUÉ TOLIMA) SECTOR RURAL ENTRE LOS PERIODOS 2010/2015/2020



AUTOR

JOSE MAURICIO NUÑEZ PITA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

ESPECIALISTA EN GEOMATICA

Director:

FRANCISCO JAVIER BRICEÑO ZULUAGA

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ESPECIALIZACION EN GEOMATICA
BOGOTÁ, 23 ENERO 2021**

Universidad Militar Nueva Granada. Núñez. Análisis Multitemporal de los cambios de la superficie de cultivo de arroz en la vereda Picalaña (Ibagué Tolima) sector rural entre los periodos 2010/2015/2020

José Mauricio Núñez Pita
U3101517@unmilitar.edu.co
Universidad Militar Nueva Granada

ANALISIS MULTITEMPORAL DE LOS CAMBIOS DE LA SUPERFICIE DE CULTIVO DE ARROZ DE LA VEREDA PICALAÑA (IBAGUE TOLIMA) SECTOR RURAL ENTRE LOS PERIODOS 2010/2015/2020.

Resume

La interpretación visual realizada sobre las imágenes de satélite para los años 2010, 2015, 2020, a escala 1:25.000, muestra los cambios en la cobertura para las temporalidades mencionadas, describiendo unidades cartográficas que representan coberturas de la tierra y en especial las unidades del cultivo arroz, dando como resultado la dimensión temporal del arroz. Esto hace posible utilizar el sistema de clasificación Corine Land Cover, e identificando coberturas de la tierra hasta el nivel 4. Finalmente, las zonas de pastos son utilizados para el cultivo de arroz, y en algunos casos son afectados cuando aumenta la presencia de dichos cultivos en las tres ventanas de tiempo.

Palabras clave: análisis multitemporal, arroz, cobertura, imágenes satelitales.

Abstract

The visual interpretation made on the satellite images for the years 2010, 2015, 2020, at a scale of 1:25.000 shows the changes in coverage for the temporalities mentioned, describing cartographic units that represent land cover and especially the representative units of rice crops. This results in the time dimension of the rice. This allows us to use the Corine Land Cover classification system, allowing the identification of land cover up to level 4. Finally, pasture areas are used for rice cultivation, and in some cases are affected when the presence of such crops increases in all three-time windows.

I. INTRODUCCIÓN

Desde la gestión agrícola se han puesto en práctica instrumentos y mecanismos, para desarrollar el análisis de los escenarios locales, regionales y

globales a partir de la visión sistemática, contribuyendo a la planificación y gestión ambiental del territorio, a partir de un análisis a escala local.

El arroz es considerado uno de los cultivos de mayor importancia para la meseta de Ibagué, que posee la mayor extensión de tierras cultivadas, y de mayores números de personas dedicadas a la producción de este cereal. Debido a los cambios en la cobertura y en especial la competitividad, han permitido que las extensiones de tierra en el cultivo muestren una tendencia irregular de crecimiento, generando la misma situación en cuanto al empleo de mano de obra y la producción de arroz.

La transición en la cobertura y uso de la tierra se consideran alteraciones a la superficie terrestre, estas son el resultado de las actividades humanas, los cuales ocasionan efectos en diferentes direcciones, asociadas a procesos ecológicos, socioeconómicos, culturales entre otros.

II. OBJETIVOS

Objetivo General

Analizar cambio en la cobertura de la tierra “cultivos de arroz” en la vereda Picalaña Sector Rural, en el municipio de Ibagué-Tolima, para las ventanas de tiempo de los años 2010-2015-2020.

Objetivos específicos

- Interpretar visualmente las coberturas del cultivo de arroz, utilizando el sistema de clasificación Corine Land Cover Colombia, a escala 1:25000 (nivel de detallado).
- Comparar los valores de superficie para las coberturas representadas por el cultivo para

Universidad Militar Nueva Granada. Núñez. Análisis Multitemporal de los cambios de la superficie de cultivo de arroz en la vereda Picalaña (Ibagué Tolima) sector rural entre los periodos 2010/2015/2020

las ventanas de tiempo de los años 2010-2015-2020 observando los cambios en Hectáreas.

- Determinar el crecimiento o decrecimiento de las zonas con cultivos en la *vereda Picalaña Sector Rural*, con el uso de los datos e información descriptiva para las ventanas de tiempos establecidas.

III. ÁREA DE ESTUDIO

El presente estudio se realizó en la vereda Picalaña sector rural del Municipio de Ibagué (ver figura N.1), el cual se encuentra ubicado en el centro -occidente de Colombia, sobre la Cordillera Central de los andes entre el cañón del Combeima y el valle de la Magdalena, cercanías del nevado del Tolima. Se encuentra a una altitud 1.168msnm, con coordenadas geográficas latitud Norte 4°27'40", longitud oeste -75.11'2" y Latitud Sur 4°20'2" longitud Este -74°59'31". Su superficie es 11764.54 hectáreas, con clima ecuatorial (clasificación climática de Köppen). El municipio de Ibagué tiene una división política administrativa en cuatro zonas (ver figura 1.)

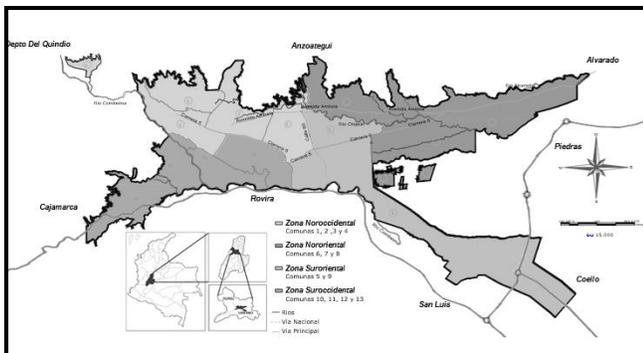


Figura 1. División político administrativa de Ibagué
Fuente: (martinez, 2009)

IV. METODOLOGÍA

El procedimiento metodológico inicialmente, se sintetiza a través de un Diagrama de Proceso (Figura 2) el cual contiene las etapas y pasos ordenados para cumplir con los planteado en los objetivos de la presente aplicación.

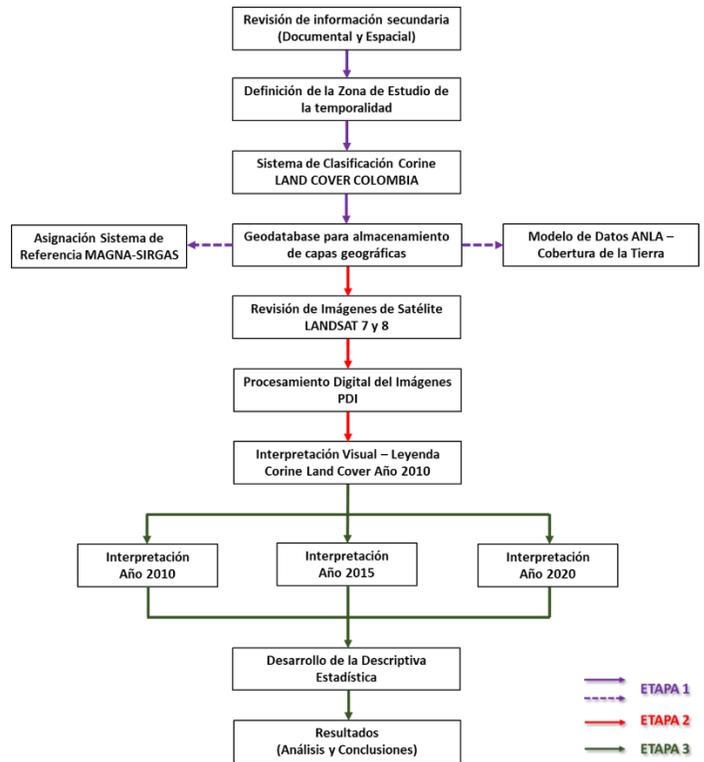


Figura 2. Etapas y pasos del diagrama de proceso del Análisis Multitemporal.
Fuente: Autor, UMNG noviembre2020.

El detalle de las actividades se define de la siguiente forma:

Etapa 1. Verificación de Insumos e Información.
Se desarrollan actividades fundamentales como la revisión documental y espacial disponible para el presente trabajo, la definición de la zona de estudio y su dinámica temporal, el sistema de Clasificación de Coberturas de la Tierra y el almacenamiento de información de estas coberturas.

- Paso a. Definición de la Zona de Estudio de acuerdo a la temporalidad. De acuerdo a la inquietud de verificar la dinámica de cambios en la vereda Picalaña Sector Rural en Ibagué (ver figura 3) debido al crecimiento exponencial de su infraestructura habitacional y vial, se procedió a verificar la existencia de estudios desarrollados en los últimos 10 años (2010 – 2020) de coberturas de la tierra, así como de capas de información geográfica, encontrando datos casi inexistentes y

siempre asociados a descriptivas e información mencionada por Fedearroz, pero sin un sustento espacial

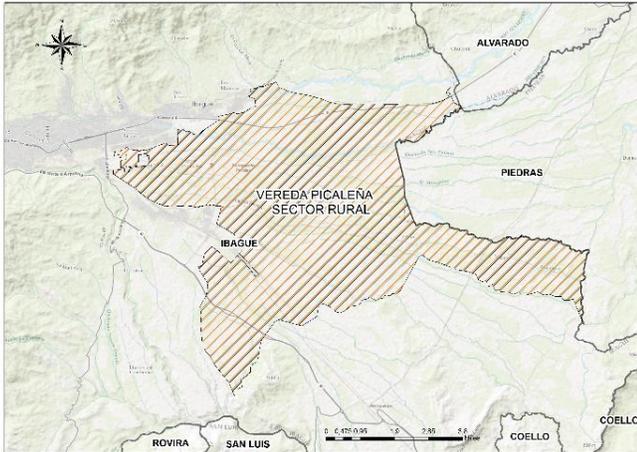


Figura 3. Vereda Picalaña Sector Rural.
Fuente: (DANE, 2017)

- Paso b. Revisión de información secundaria (documental y espacial). Se exploró información a escala 1.25.000 de la última década y se encontró en su gran mayoría está asociada a la Meseta de Ibagué, sin dar detalles veredales; esto orientó a la revisión de aplicaciones temáticas de coberturas de la tierra, trabajos de grado, estudios de entidades Nacionales y Departamentales, capas de información en Geoportales, datos DANE, entre otros generando un inventario de fuentes muy básicas y limitadas, lo que permitió tomar la decisión de obtener una serie insumos para realizar el análisis multitemporal.
- Paso c. Sistema de Clasificación Corine Land Cover Colombia. Se definió la utilización del Corine y su Leyenda del 2010, debido a que el Sistema de Clasificación de Cobertura de la Tierra es multiescala y además es el método de aplicación oficial en Colombia a través del IDEAM. (IDEAM, 2014)
- Paso d. Geodatabase para almacenamiento de capas geográficas. En este punto se definió la utilización del Modelo de Almacenamiento Geográfico de la ANLA

(Modelo de Datos y Geodatabase) de acuerdo con la resolución 2182 de 2016; seleccionando la GDB “BD_ANLA_3116.gdb”, su Dataset “T_20_BIOTICO_CONTI_COSTE” y su Feature Class “CoberturaTierra” junto con sus atributos, dominios y subtipos <http://portal.anla.gov.co/sistema-informacion-geografica>. Implícitamente se tuvo en cuenta la estandarización de las diferentes capas en el Sistema de Referencia MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá, según código 3116 del EPSG (European Petroleum Survey Group).

Etapa 2. Procesos de Sensoramiento Remoto.

Como fuente de información de la cobertura de la tierra, se procedió a definir el tipo de sensor e imágenes fuente para nuestro caso Landsat 7 ETM+ (ver tabla 1) y Landsat 8 (ver tabla 2), sometidas a Procesamiento Digital para obtención de insumos básicos para el análisis multitemporal.

| LANDSAT 7 ETM+ (BANDAS) | Longitud de onda (µm) | Resolución Espacial (metros) | Resolución Radiométrica |
|------------------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------|
| 1 - Azul | 0.45 - 0.52 | 30 | 8 bits |
| 2 - Verde | 0.52 - 0.60 | 30 | 8 bits |
| 3 - Rojo | 0.63 - 0.69 | 30 | 8 bits |
| 4 - Infrarrojo Cercano (NIR) | 0.76 - 0.90 | 30 | 8 bits |
| 5 - onda corta infrarroja (SWIR) 1 | 1.55 - 1.75 | 30 | 8 bits |
| 6_1 - Termal - Baja ganancia | 10.40 - 12.50 | 60 * (30) | 8 bits |
| 6_2 - Termal - Alta ganancia | 10.40 - 12.50 | 60 * (30) | 8 bits |
| 7 - onda corta infrarroja (SWIR) 2 | 2.08 - 2.35 | 30 | 8 bits |
| 8 - Pancromática | 0.52 - 0.90 | 15 | 8 bits |

Tabla 1. Imágenes Landsat 7 ETM + y sus características, Fuente: (USGS, http://landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satellites.php, 2020)
* ETM+ Band 6 se adquiere a una resolución de 60 metros, pero el producto se vuelve a muestrear a los píxeles de 30 metros.

| LANDSAT 8 | Longitud de onda (µm) | Resolución Espacial (metros) | Resolución Radiométrica |
|------------------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------|
| 1 - Ultra azul (costero / aerosol) | 0.43 - 0.45 | 30 | 16 bits |
| 2 - Azul | 0.45 - 0.51 | 30 | 16 bits |
| 3 - Verde | 0.53 - 0.59 | 30 | 16 bits |
| 4 - Rojo | 0.64 - 0.67 | 30 | 16 bits |

Universidad Militar Nueva Granada. Núñez. Análisis Multitemporal de los cambios de la superficie de cultivo de arroz en la vereda Picaleña (Ibagué Tolima) sector rural entre los periodos 2010/2015/2020

| | | | |
|------------------------------------|---------------|------------|---------|
| 5 - Infrarrojo Cercano (NIR) | 0.85 - 0.88 | 30 | 16 bits |
| 6 - onda corta infrarroja (SWIR) 1 | 1.57 - 1.65 | 30 | 16 bits |
| 7 - onda corta infrarroja (SWIR) 2 | 2.11 - 2.29 | 30 | 16 bits |
| 8 - Pancromática | 0.52 - 0.90 | 15 | 16 bits |
| 9 - Cirrus | 1.36 - 1.38 | 30 | 16 bits |
| 10 - infrarrojo térmico 1 | 10.60 - 11.19 | 100 * (30) | 16 bits |
| 11 - infrarrojo térmico 2 | 11.50 - 12.51 | 100 * (30) | 16 bits |

Tabla 2. Imágenes Landsat 8 y sus características.

* Bandas TIRS se adquieren a una resolución de 100 metros, pero se vuelven a muestrear a 30 metros de producto entregado datos.

- Paso a. Revisión de Imágenes de Satélite Landsat 7 ETM + y Landsat 8 disponibles. Se procedió a consultar en el Servicio Geológico de los Estados Unidos de América; se buscaron imágenes del sensor Landsat, direccionando la revisión en el data set *Landsat Collection 1 Level-1* que contiene imágenes del Nivel 1 Terrain (L1T) con corrección y precisión geométrica de terreno (Descripción y Corrección de Productos Landsat 8 LDCM, IGAC 2013) utilizables para actividades técnicas métricas, debido a su proyección ortogonal.

De un total de once (11) imágenes consultadas y que se ubicaran sobre la *vereda Picaleña Sector Rural*, verificando *baja presencia de nubosidad (por debajo del 10%)* y *en buenas condiciones radiométricas*, se seleccionaron y descargaron tres (3) con las siguientes características (ver tabla 3):

| SENSOR | FECHA | PATH - ROW | ARCHIVO DE DESCARGA |
|----------------|------------|------------|--|
| LANDSAT 7 ETM+ | 2010-07-25 | 008-057 | LE07_L1TP_008057_20100725_20161213_01_T1.tar |
| LANDSAT 8 | 2015-01-04 | 008-057 | LC08_L1TP_008057_20150104_20170415_01_T1.tar |
| LANDSAT 8 | 2020-03-22 | 008-057 | LE07_L1TP_008057_20100725_20161213_01_T1.tar |

Tabla 3. Imágenes Landsat seleccionadas y descargadas

Fuente: (USGS, <https://earthexplorer.usgs.gov/>, 2020), octubre – noviembre, 2020).

En cuanto al uso específico de las bandas espectrales, para la presente aplicación se

definieron las siguientes, para ser utilizadas en las actividades de interpretación:

| LANDSAT 7 ETM+ (BANDAS) | Longitud de onda (µm) | Resolución Espacial (metros) | Resolución Radiométrica |
|------------------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------|
| 1 - Azul | 0.45 - 0.52 | 30 | 8 bits |
| 4 - Infrarrojo Cercano (NIR) | 0.76 - 0.90 | 30 | 8 bits |
| 5 - onda corta infrarroja (SWIR) 1 | 1.55 - 1.75 | 30 | 8 bits |
| 8 - Pancromática | 0.52 - 0.90 | 15 | 8 bits |

Tabla 4. Bandas de la Imagen Landsat 7 ETM para el año 2010.

Fuente: Autor.

Para la imagen del año 2010 se seleccionaron las bandas: 1 (Azul), 4 (Infrarrojo Cercano), 5 (Onda Corta Infrarroja) y 8 (Pancromática) de Landsat 7 ETM+, como se presenta en la tabla 4.

| LANDSAT 8 | Longitud de onda (µm) | Resolución Espacial (metros) | Resolución Radiométrica |
|------------------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------|
| 2 - Azul | 0.45 - 0.51 | 30 | 16 bits |
| 5 - Infrarrojo Cercano (NIR) | 0.85 - 0.88 | 30 | 16 bits |
| 6 - onda corta infrarroja (SWIR) 1 | 1.57 - 1.65 | 30 | 16 bits |
| 8 - Pancromática | 0.52 - 0.90 | 15 | 16 bits |

Tabla 5. Bandas de la Imagen Landsat 8 para los años 2015 y 2020.

Fuente: Autor.

En cuanto a Landsat 8 y las imágenes de los años 2015 y 2020, se definieron sus bandas: 2 (Azul), 5 (Infrarrojo Cercano), 6 (Onda Corta Infrarroja) y 8 (Pancromática) mostrado en la tabla 5.

Es importante mencionar que la información descargada presentaba los parámetros de georreferenciación WGS84 -UTM ZONA 18.

- Paso b. Procesamiento Digital de Imágenes (PDI). Una vez descargadas las imágenes se verificó que desplegaran en ERDAS cada una de las bandas espectrales tanto de Landsat 7 ETM+ como de Landsat 8; se verificaron las posibles combinaciones RGB que correlacionaban con comportamiento espectral para identificar las coberturas en la zona de estudios, en especial el cultivo de

Arroz. Para el caso de Landsat 7 ETM+, se tomaron las bandas RGB / 5,4,1 (Infrarrojo Medio, Infrarrojo Cercano y Azul), a su vez y guardando la misma proporcionalidad espectral en la Landsat 8 se utilizaron las bandas RGB / 6,5,2 ((Infrarrojo Medio, Infrarrojo Cercano y Azul) como se recomienda en la página (mappingGis, s.f.) .

Posteriormente se utilizaron las técnicas y herramientas en el programa ERDAS 2020 y ENVI 5.3 realizando varios procesos digitales. El primer proceso desarrollado correspondería a la generación de un archivo de capas múltiples o multibanda (Layer Stack) para las tres imágenes definidas en la tabla 3 y que se muestra en la figura 4.

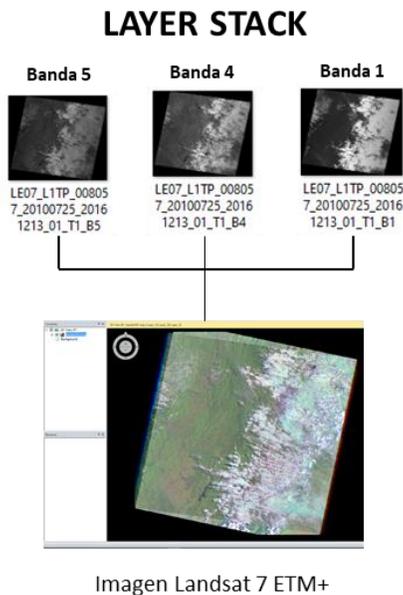


Figura 4. Ejemplo proceso de capas múltiples (Layer Stack), bandas 5,4,1 Landsat 7 ETM+. Fuente: (Autor, 2020)

Esta actividad se realizó en las tres imágenes, de acuerdo con las combinaciones análogas RGB / 5,4,1 para la imagen del año 2010 / 6,5,2 en las imágenes de los años 2015 y 2020 como se demuestra en la figura 5; el área de estudio se ubica el área de estudio en amarillo.

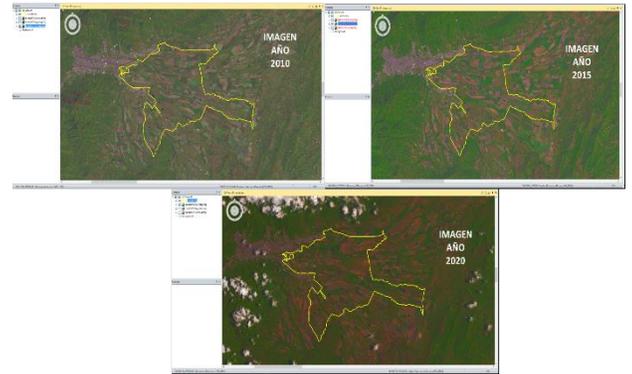


Figura 5. Layer Stack Landsat 7 ETM+ y Landsat 8. Fuente: (Autor, 2020).

Es importante mencionar que la imagen LE07_L1TP_008057_20100725_20161213_01_T1.tar 0 de Landsat 7 ETM+ presenta un bandeamiento SLC-OFF que presentan líneas de datos inválidos (gaps) que generan pérdida de información en cada imagen. Para este caso se utilizó en ENVI 5.3 la extensión [landsat_gapfill](#) aplicando el proceso “Single file gap fill (triangulation)” que permitió darles valores a los datos *gaps*.

Una vez acondicionadas las imágenes de capas múltiples se procedió a realizar un mejoramiento de resolución espacial de 30 metros a 15 metros, con el uso de imágenes pancromáticas que vienen en el paquete de bandas de las tres imágenes. Este es un procedimiento PANSHARPENING, se decidió buscar en ERDAS, yendo al menú Raster > PanSharpen > Resolution Merge, cargan la imagen de Alta Resolución (Pancromática) y la imagen multispectral (LayerStack), como se muestra en la figura 6.

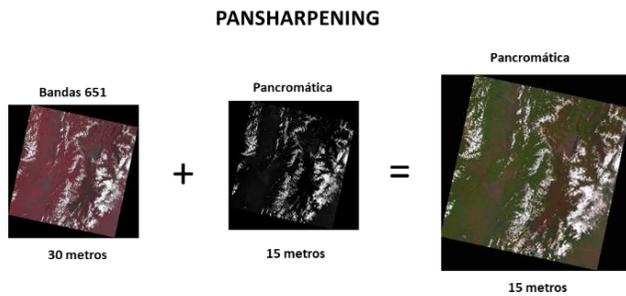


Figura 6. Mejoramiento espacial de imágenes Landsat.
Fuente: (Autor, 2020).

Una vez acondicionadas las imágenes mejoradas espacialmente, se procedió a re proyectar cada una de las imágenes a Magna-Sirgas Origen Bogotá, con el objetivo de verificar la posición correcta para el ejercicio de interpretación. Como resultado del proceso de trabajo se obtuvieron tres imágenes re proyectadas; y para focalizar la zona de estudio se realizó en ArcGIS el corte de la imagen con el uso de la capa del DANE Veredas 2017 en Shapefile, generando las tres imágenes para su interpretación como se observa en la figura 7.

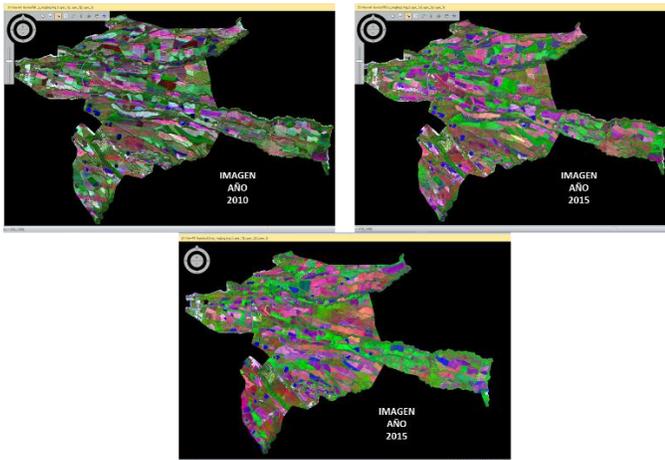


Figura 7. Corte de imágenes a la zona de estudio Landsat.
Fuente: (Autor, 2020).

Etapas 3. Interpretación Visual Corine Land Cover. El método oficial para Colombia de interpretación es Corine Land Cover, asumiendo la Leyenda del año 2010 hasta el Nivel 6. En el presente estudio se utilizaron códigos de cobertura hasta el Nivel 4, esta información se interpretó

visualmente en ArcGIS realizado procedimientos de generación de unidades cartográficas, asociados a la Herramienta Editor y diligenciando los códigos correspondientes de acuerdo con los Atributos, Dominios y Subtipo previamente acondicionados en la GDB ANLA y su capa geográfica “CoberturaTierra”.

El almacenamiento, edición y validación de las capas de información, se realizó en una Geodatabase y como parte del control de calidad, se realizó proceso de limpieza y validación topológica a las capas.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

Resultados

A. Capas de Cobertura

De la interpretación visual realizada sobre las imágenes de satélite para los años 2010, 2015 y 2020, a escala 1:25.000 que correlaciona con la resolución espacial (15 metros) de las imágenes Landsat mejoras, se muestran las capas de cobertura para las tres temporalidades en las figuras 8, 9 y 10.

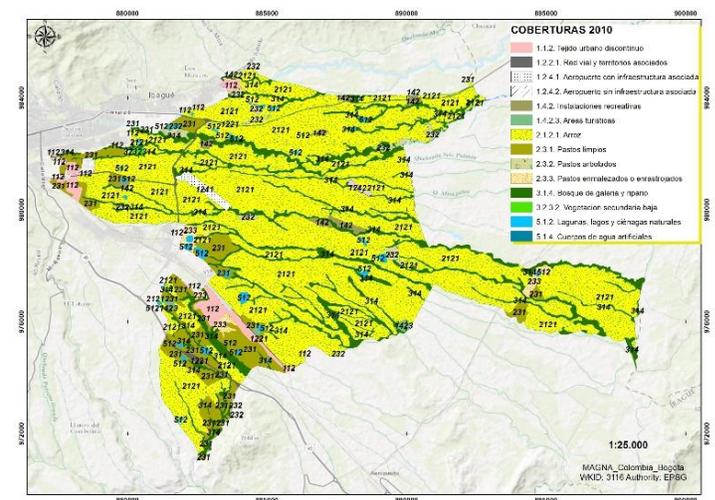


Figura 8. Capa de interpretación de Cobertura 1:25.000 Corine Land Cover, año 2010, Landsat 7 ETM+. Fuente: (Autor, 2020).

Universidad Militar Nueva Granada. Núñez. Análisis Multitemporal de los cambios de la superficie de cultivo de arroz en la vereda Picaleña (Ibagué Tolima) sector rural entre los periodos 2010/2015/2020

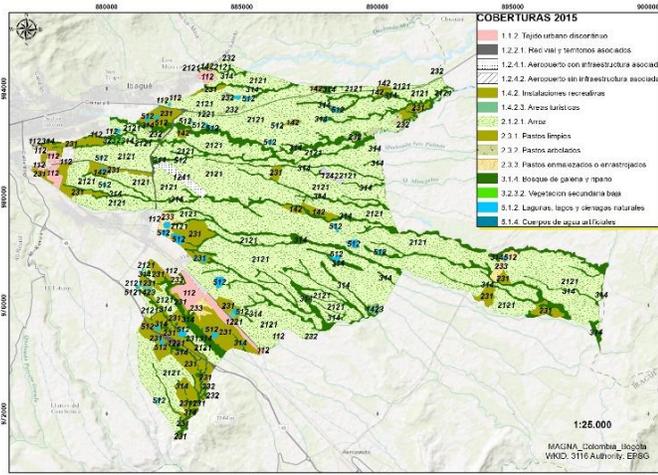


Figura 9. Capa de interpretación de Cobertura 1:25.000 Corine Land Cover, año 2015, Landsat 8. Fuente: (Autor, 2020).

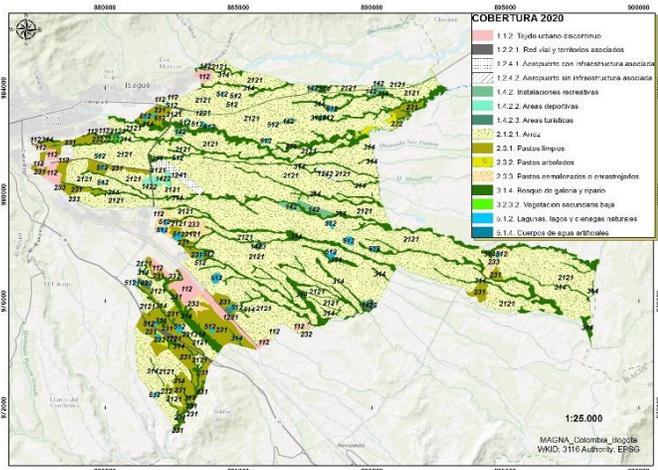


Figura 10. Capa de interpretación de Cobertura 1:25.000 Corine Land Cover, año 2020, Landsat 8. Fuente: (Autor, 2020).

B. Descriptiva de las ventanas temporales. La información descriptiva que contiene los datos de superficie para cada una de las Unidades Cartográficas que representan coberturas de la tierra y en especial las Unidades que representan el cultivo de Arroz, se muestran en las tablas 6, 7, 8 y las gráficas 11, 12 y 13, para los años 2010, 2015 y 2020 respectivamente.

| Etiquetas de fila | Suma de AREA_HA |
|--|--------------------|
| 1.1.2. Tejido urbano discontinuo | 360,1939028 |
| 1.2.2.1. Red vial y territorios asociados | 105,8454098 |
| 1.2.4.1. Aeropuerto con infraestructura asociada | 65,95622258 |
| 1.2.4.2. Aeropuerto sin infraestructura asociada | 13,89796011 |
| 1.4.2. Instalaciones recreativas | 107,0775657 |
| 1.4.2.3. Áreas turísticas | 34,06674361 |
| 2.1.2.1. Arroz | 8626,745986 |
| 2.3.1. Pastos limpios | 1012,382843 |
| 2.3.2. Pastos arbolados | 164,169105 |
| 2.3.3. Pastos enmalezados o enastrojados | 121,7785183 |
| 3.1.4. Bosque de galería y ripario | 1864,307677 |
| 3.2.3.2. Vegetación secundaria baja | 8,663041682 |
| 5.1.2. Lagos, lagos y ciénagas naturales | 143,714102 |
| 5.1.4. Cuerpos de agua artificiales | 1,031386907 |
| Total general | 12629,83046 |

Tabla 6. Datos de superficie para la Cobertura Arroz y otras coberturas para el año 2010, Fuente: (Autor, 2020).

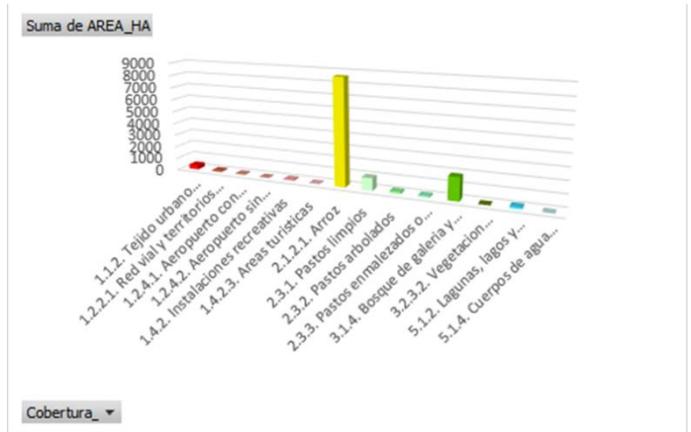


Figura 11. Comportamiento del Cultivo de Arroz y otras coberturas, año 2010, Fuente: (Autor, 2020).

| Etiquetas de fila | Suma de AREA_HA |
|--|--------------------|
| 1.1.2. Tejido urbano discontinuo | 361,7693902 |
| 1.2.2.1. Red vial y territorios asociados | 105,8454094 |
| 1.2.4.1. Aeropuerto con infraestructura asociada | 65,95622258 |
| 1.2.4.2. Aeropuerto sin infraestructura asociada | 13,89796011 |
| 1.4.2. Instalaciones recreativas | 106,8528063 |
| 1.4.2.3. Áreas turísticas | 34,06674361 |
| 2.1.2.1. Arroz | 8456,920449 |
| 2.3.1. Pastos limpios | 1226,357103 |
| 2.3.2. Pastos arbolados | 108,6006096 |
| 2.3.3. Pastos enmalezados o enastrojados | 121,7785183 |
| 3.1.4. Bosque de galería y ripario | 1868,422402 |
| 3.2.3.2. Vegetación secundaria baja | 8,663041682 |
| 5.1.2. Lagos, lagos y ciénagas naturales | 149,6684209 |
| 5.1.4. Cuerpos de agua artificiales | 1,031386907 |
| Total general | 12629,83046 |

Universidad Militar Nueva Granada. Núñez. Análisis Multitemporal de los cambios de la superficie de cultivo de arroz en la vereda Picaleña (Ibagué Tolima) sector rural entre los periodos 2010/2015/2020

Tabla 7. Datos de superficie para la Cobertura Arroz y otras coberturas para el año 2015, Fuente: (Autor, 2020).

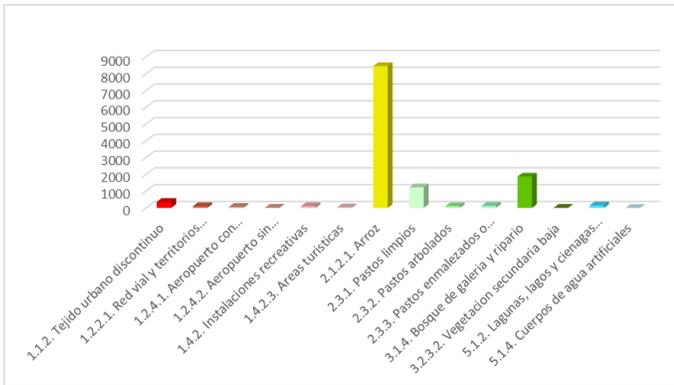


Figura 12. Comportamiento del Cultivo de Arroz y otras coberturas, año 2015, Fuente: (Autor, 2020).

| Etiquetas de fila | Suma de AREA HA |
|--|--------------------|
| 1.1.2. Tejido urbano discontinuo | 415,9650986 |
| 1.2.2.1. Red vial y territorios asociados | 105,8454086 |
| 1.2.4.1. Aeropuerto con infraestructura asociada | 65,95622298 |
| 1.2.4.2. Aeropuerto sin infraestructura asociada | 13,89796011 |
| 1.4.2. Instalaciones recreativas | 97,0970475 |
| 1.4.2.2. Areas deportivas | 28,97070781 |
| 1.4.2.3. Areas turísticas | 40,87554974 |
| 2.1.2.1. Arroz | 8573,403581 |
| 2.3.1. Pastos limpios | 1031,115787 |
| 2.3.2. Pastos arbolados | 65,47883674 |
| 2.3.3. Pastos enmalezados o enastrojados | 183,4107189 |
| 3.1.4. Bosque de galería y ripario | 1868,232581 |
| 3.2.3.2. Vegetación secundaria baja | 8,663041682 |
| 5.1.2. Lagunas, lagos y cienagas naturales | 129,8865374 |
| 5.1.4. Cuerpos de agua artificiales | 1,031386907 |
| Total general | 12629,83047 |

Tabla 8. Datos de superficie para la Cobertura Arroz y otras coberturas para el año 2020, Fuente: (Autor, 2020).

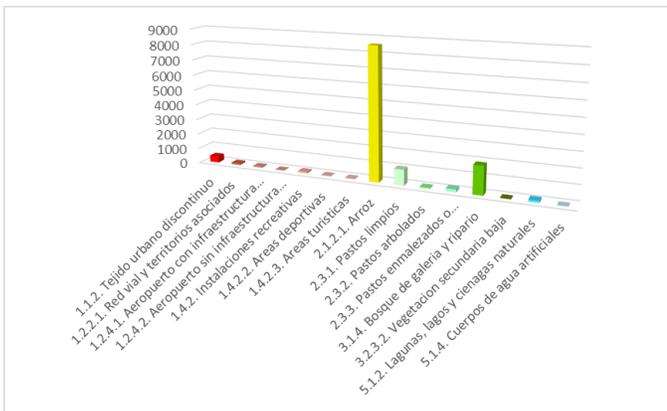


Figura 13. Comportamiento del Cultivo de Arroz y otras coberturas, año 2020, Fuente: (Autor, 2020).

Discusión

C. Análisis de la dimensión temporal del arroz.

Como se muestra en la tabla 9, entre los años 2010 y 2015 se generó una diferencia de -169,83 has (1,97%) que no fueron cultivadas en arroz y en donde otras coberturas como los pastos limpios y enmalezados aumentaron su presencia. Estos se confirman al revisar los valores de los pastos limpios que presentan en el año 2010 es de 1012,39 hectáreas, para el 2015 es de 1226,35 hectáreas, y para el año 2020 es de 1031,11 hectáreas.

| AÑO | SUPERFICIE (Has) | DIFERENCIA ENTRE EL AÑO 2010 Y 2015 | DIFERENCIA ENTRE EL AÑO 2020 Y 2015 | DIFERENCIA ENTRE EL AÑO 2020 Y 2010 |
|------|------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 2010 | 8626,75 | | | -53,34 |
| 2015 | 8456,92 | -169,83 | | |
| 2020 | 8573,40 | | 116,48 | |

Tabla 9. Datos de superficie para la Cobertura para los años 2010, 2015 y 2020 y sus diferencias en has. Fuente: (Autor, 2020).

En cuanto a la diferencia de áreas de arroz, entre los años 2020 y 2015 se presentó un aumento de 116,48 has (1,36%) encontrando mayor cultivo de arroz en ese quinquenio, en las áreas de pastos anteriormente mencionadas. Respecto a la diferencia entre el año 2020 y el año 2010 se observa en -53,34 has (0,62%), definiendo una disminución del cultivo de arroz con respecto al año más representativo que sería el 2010 en la vereda Picaleña Sector Rural en Ibagué.

La dinámica en otras coberturas influyó en la disminución de la presencia del cultivo de arroz y este comportamiento serian;

- El incremento del tejido Urbano Discontinuo que paso de ser constante en aproximadamente 361 has, para los años 2010 y 2015, aumento a 415,97 has al año 2020.
- La generación de áreas identificadas con el código CLCC como 1.4.2.2 (Áreas Deportivas) en una superficie de 28,97 has,

entre el 2015 y el 2020, también contribuye a la pérdida de zonas para cultivos de arroz.

- La pérdida de superficie de las Unidades Cartográficas identificadas con el Código 5.1.2. que oscilaban entre 143 y 149 has entre los años 2010 y 2015, disminuyó a 129,88 has, indicando que algunos sitios donde no hay fuentes de agua no sería de interés para el cultivo de arroz, el cual requiere la presencia buenas láminas de agua para desarrollarse.

Por otra parte, algunas coberturas que mantuvieron con presencia constante corresponderían a:

- El bosque de galería, con una superficie 1864,31 hectáreas para el año 2010, 1868,42 hectáreas y 1868,23 hectáreas para el año 2020.
- Las coberturas de cuerpos de agua artificiales se mantienen inalterada entre los tres periodos de (1,031386907 hectáreas).
- Los Aeropuertos con o sin infraestructura asociada, continuo con su mismo valor de superficie 65,96 has y 13,90 has respectivamente.

VI. CONCLUSIONES

- Se realizó el análisis multitemporal para las coberturas representadas por el de cultivo de arroz, para las ventanas de tiempo de los años 2010- 2015-2020 en la vereda Picaleña Sector Rural en Ibagué.
- Se utilizó el Sistema de Clasificación Corine Land Cover Colombia y su Leyenda 2010 y se identificaron coberturas de la tierra hasta el nivel 4.
- Se tuvo en cuenta el Modelo de Almacenamiento Geográfico de la ANLA (Modelo de Datos y Geodatabase) y el Feature Class “CoberturaTierra” para el almacenamiento, edición y vectorización de las capas de cobertura para los años 2010, 2015 y 2020

- Se utilizaron tres imágenes de satélite Landsat; una (1) Landsat 7 ETM+ para el año 2010 y dos (2) imágenes Landsat 8 para los años 2015 y 2020.
- Para las tres imágenes se realizaron los procesos en ERDAS, Layer Stack o de Capas Múltiples, así como de mejoramiento en resolución espacial de 30 a 15 metros con la ayuda de la banda pancromáticas.
- De los tres años tenidos en cuenta para el análisis multitemporal, el de mayor presencia en superficie con 8626,746 has de cultivo de arroz es el año 2010.
- Las coberturas del cultivo de arroz de menor presencia corresponden al año 2015, con una superficie de 8456,92 has.
- Entre los años 2020 y 2015, se presentó una diferencia positiva al presentar un incremento de 116,48 has (1,36%) del cultivo de arroz en ese quinquenio, con respecto quinquenio entre el 2015 y 2010.
- Respecto a la diferencia negativa para el intervalo de tiempo entre los años 2020 y el año 2010 es de -53,34 has (0,62%), presentando reducción del cultivo tomando como base el año 2010 que fue el de mayor extensión.
- El delta de superficie que se presenta entre los años 2015 y 2010 expresa una diferencia negativa de -169,83 has (1,97%), siendo la disminución más representativa del análisis multitemporal.
- Las coberturas representadas como pastos limpios y pastos enmalezados o enrastrados aumentaron su superficie, de 1012,38 has a 1226,35 has entre los años 2010 y 2015, y volvieron a disminuir a 1031,12 has.
- En las imágenes se observa que las zonas de pastos son utilizadas para el cultivo de arroz, y son las directamente afectadas, cuando aumenta la presencia de dichos cultivos.
- La poca variación que se presenta el área cultivada en arroz, que indica porcentualmente las pequeñas variaciones Intertemporales. Además, parece interesante

resaltar que del área rural de Picalaña un alto porcentaje pues de las 12629,831 has para el año 2010 serian 8626,746 has (68,30%), en el año 2015 con 8456,921 has (66,96%) y del año 2020 con 8626 se dedica al cultivo de arroz lo que muestra su importancia en la zona.

REFERENCIAS

- IDEAM. (2014). <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/metodologia-corine-land-cover>. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/metodologia-corine-land-cover>
- mappingGis. (s.f.). <https://mappinggis.com/2019/05/combinaciones-de-bandas-en-imagenes-de-satelite-landsat-y-sentinel/>. Obtenido de <https://mappinggis.com/2019/05/combinaciones-de-bandas-en-imagenes-de-satelite-landsat-y-sentinel/>
- mappingGis. (2012-2020). <https://mappinggis.com/2019/05/combinaciones-de-bandas-en-imagenes-de-satelite-landsat-y-sentinel/>. Obtenido de <https://mappinggis.com/2019/05/combinaciones-de-bandas-en-imagenes-de-satelite-landsat-y-sentinel/>
- mappingGis. (s.f.). <https://mappinggis.com/2019/05/combinaciones-de-bandas-en-imagenes-de-satelite-landsat-y-sentinel/>. Obtenido de <https://mappinggis.com/2019/05/combinaciones-de-bandas-en-imagenes-de-satelite-landsat-y-sentinel/>
- martinez, A. I. (2009). <https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/hallazgos/article/view/4805/html>. Obtenido de <https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/hallazgos/article/view/4805/html>
- USGS. (2020). <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Obtenido de <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- USGS. (2020). <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Obtenido de <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- USGS. (s.f.). <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Obtenido de <https://earthexplorer.usgs.gov/>