

ANALISIS MULTITEMPORAL DE CULTIVOS DE PALMA A PARTIR DE IMÁGENES RADAR SAR MUNICIPIO DE VILLANUEVA

AUTOR

LUIS RICARDO PRADA GOMEZ

Ingeniero Civil
ricardoprada.ing@gmail.com

Especialización en Goemática



La U
acreditada
para todos

**ESPECIALIZACIÓN EN GEOMÁTICA
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DICIEMBRE DE 2018**

TABLA DE CONTENIDO

1.	CONTEXTO	3
2.	EL PROBLEMA	4
3.	LOCALIZACION AREA DE ESTUDIO	5
4.	DESARROLLO	6
5.	OBJETIVOS	23
6.	CONCLUSIONES.....	23
7.	REFERENCIAS.....	24

1. CONTEXTO

“La Teledetección o Percepción Remota es la ciencia que comprende un conjunto de procedimientos y técnicas que permiten evaluar y analizar las características y propiedades físicas de un objeto, área o fenómeno bajo investigación, cuyos datos sean adquiridos por un dispositivo sin estar en contacto directo con éste” (Chuvieco, 2010, pp. 17-20).

La detección de cambios a partir de observaciones multitemporales constituye una de las principales aplicaciones del campo de la teledetección o percepción remota, esta es una herramienta fuerte y moderna que mediante la utilización de imágenes de satélite y procesamientos digitales adecuados, logra reflejar el estado de la superficie de la tierra en un momento determinado.

Con la identificación de estos cambios podemos, entre otras, determinar zonas que han sido afectadas por procesos naturales o por procesos producidos por el hombre tales como incendios forestales, deforestación, cambios urbanísticos, cambios climatológicos, hidráulicos, hidrológicos, ambientales, etc.

Las imágenes que se obtienen de los satélites por procesos de teledetección ofrecen una vista única de cierto lugar de la superficie de la tierra, una visión global de los objetos y de los detalles de la superficie terrestre además de facilitar la identificación de las relaciones entre ellas que por lo general no son perceptibles desde el nivel del piso.

Los sensores remotos que se clasifican en sensores activos y sensores pasivos; son los elementos que desde aeronaves o satélites en órbita alrededor de la tierra constituyen los sistemas que detectan y toman información de la superficie de la tierra de diferentes tipos como información meteorológica, oceanográfica, cobertura vegetal, medioambiental, hidrológica, geológica, etc., y esto mediante la lectura del espectro electromagnético específico que es propio de cada objeto, área o fenómeno.

- Sensores Pasivos: Registran la radiancia reflejada o emitida por la superficie terrestre.
- Sensores Activos: Generan ellos mismos la radiación que miden tras ser reflejada, son de este tipo Radar SAR y el Lidar.

El radar de apertura sintética SAR es un radar activo que emite la energía en el intervalo de frecuencias de microondas (unos centímetros) en un período

pequeño de tiempo y recibe los ecos provenientes de reflexiones de la señal en los objetos dando lugar a una apertura sintética. Las imágenes SAR Polarimétricas captadas por este tipo de sensores son muy importantes debido a la gran cantidad de información que contienen.

2. EL PROBLEMA

Los constantes cambios que se registran en la superficie de la tierra como por ejemplo en el uso del suelo y la pérdida de la cobertura vegetal; en algunos casos por procesos naturales y en otros por intervención del ser humano además de condiciones de difícil acceso para la adquisición de datos son unos de los principales problemas que afectan a las poblaciones a nivel mundial.

Una de las más importantes herramientas disponible para la solución de estos es la percepción remota de la superficie de la tierra. No solamente es de gran utilidad en el proceso de planificación, sino que es especialmente valiosa para detectar los fenómenos, cambios y producir cartografía temática asociada a estos. Todos los peligros naturales, hasta cierto punto, pueden ser estudiados utilizando sensores remotos ya que casi la totalidad de los fenómenos geológicos, hidrológicos, atmosféricos y del medio ambiente; son eventos o procesos recurrentes que dejan marcas de su anterior ocurrencia.

Algunos de los fenómenos naturales que se pueden identificar a partir de la detección de cambios son: incendios forestales, deforestación, cambios urbanísticos, cambios climatológicos, cambios en el uso del suelo, etc. Para determinar los cambios en una zona en particular se deben tener imágenes satelitales multiespectrales del área de estudio en diferentes fechas y del mismo sensor remoto, es decir que presenten características similares en cuanto a resolución espacial y resolución radiométrica principalmente.

En muchas aplicaciones de percepción remota es necesario obtener imágenes de la tierra durante la noche o cuando hay nubes u ocurren otros fenómenos climáticos que impiden la transmisión de las imágenes ópticas a través de la atmósfera. El radar de apertura sintética (SAR por sus siglas en inglés: Synthetic Aperture Radar) proporciona esta capacidad ya que este sensor no depende de la radiación solar reflejada o la radiación térmica emitida por la tierra para funcionar, sino que emite su propia radiación electromagnética para realizar tomas de la superficie de la tierra por corresponder a un sensor de tipo activo. Por otra parte, las ondas electromagnéticas empleadas en el SAR

no se ven afectadas por las nubes o la lluvia, por lo que se puede adquirir imágenes independientemente de las condiciones meteorológicas del sitio de estudio. El SAR aprovecha las características de propagación de largo alcance de las señales de radar y la gran capacidad de procesamiento de información de las actuales computadoras digitales para proporcionar imágenes de alta resolución en las que se pueden inferir propiedades de la superficie reflectora. Estas propiedades incluyen: rugosidad de la superficie, estructura física, y propiedades de conducción eléctrica, entre otras.

En el presente informe se presentará un análisis multitemporal y se determinará el cambio de cobertura de palma en el municipio de Villanueva en el Departamento de Casanare a partir de dos imágenes de Radar SAR mediante la aplicación del flujo de trabajo de la clasificación orientada a objetos.

3. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

El municipio de Villanueva está ubicado al sur del departamento de Casanare al occidente de Colombia, sobre la parte baja del piedemonte, a orillas de los caños Aguaclara y Perales o Arietes, en las coordenadas geográficas 4° 57" de latitud Norte y 73° 94" de longitud Oeste del meridiano de Greenwich. El casco urbano del municipio se encuentra localizado a una altura de 300 metros sobre el nivel medio del mar y presenta una temperatura promedio de 25.7 °C. Estas características indican un clima cálido y húmedo o de bosque húmedo tropical (bhT). Su ubicación estratégica sobre la carretera Marginal del Llano, la que cruza el casco urbano, le proporciona una gran afluencia de turistas y viajeros, que se desplazan a las ciudades de Villavicencio y Bogotá y viceversa, constituyéndose este municipio en un gran centro turístico y vacacional, al igual que de intercambio de bienes y servicios.

El municipio de Villanueva limita al norte con el municipio de Sabanalarga, al sur y occidente con el departamento del Meta, siendo los ríos Upía y Meta sus límites naturales y al oriente con los municipios de Monterrey y Tauramena, donde el río Túa es su límite natural.

El municipio ocupa una extensión territorial de 852 kilómetros cuadrados. Ha basado su desarrollo en la agricultura, pero especialmente en los cultivos comerciales de palma africana.



Figura 1. Ubicación geográfica Municipio de Villanueva - Depto. Casanare

4. DESARROLLO

Una de las aplicaciones más comunes en teledetección es la detección de cambios a partir imágenes de diferentes fechas y la toma de imágenes satelitales para visualizar la evolución del paisaje en la zona de estudios en cuanto a los usos o coberturas del suelo. En este documento se describen las etapas que se llevaron a cabo para la detección de cambios basados en el procesamiento digital de imágenes SENTINEL 1 y análisis de las mismas en dos fechas distintas.

Imágenes Sentinel 1

El satélite Sentinel-1 formó parte de la primera misión espacial Copérnico, lanzada por Agencia Espacial Europea en el 2014. Es un satélite Radar de Apertura Sintética (SAR) que permite obtener imágenes independientemente de las condiciones climáticas. Estas imágenes dan información de mucha importancia tanto para el sector público como para el sector privado, ayudando a monitorear, entre otras aplicaciones, el hielo de los mares, el entorno marino, los cambios en la superficie de la tierra y también apoyo en la ayuda humanitaria en situaciones de crisis. Este satélite tiene una resolución temporal de cada punto de la Tierra de 12 días y tiene una resolución espacial de 5m. Sentinel 1 puede proporcionar imágenes gratuitas y actualizadas para múltiples situaciones. Algunos ejemplos de esta se indican a continuación:

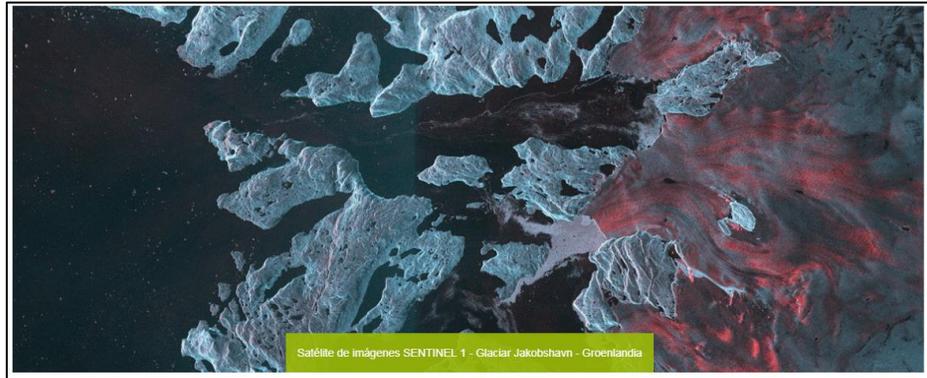


Figura 2. Imagen satélite SENTINEL 1- GLACIAR JAKOBHAVN – GROENLANDIA



Figura 3. Imagen satélite SENTINEL 1- PRAGA – REPUBLICA CHEKA

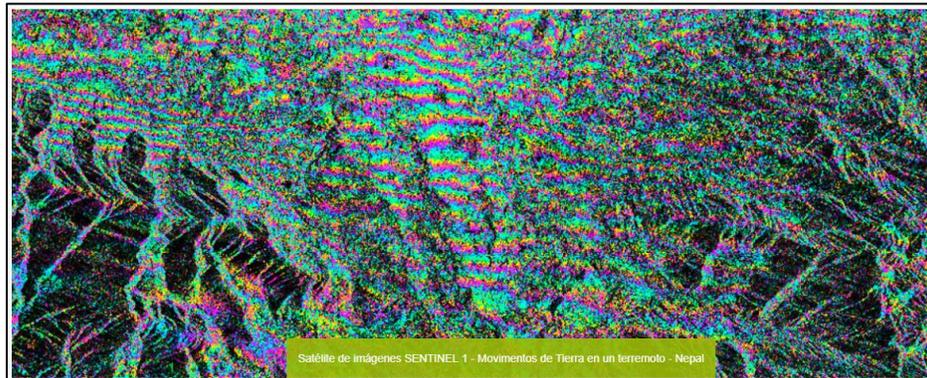


Figura 4. Imagen satélite SENTINEL 1- MOVIMIENTO DE LA TIERRA – TERREMOTO NEPAL

Parámetros	SENTINEL 1
Altitud de Órbita	693km
Bandas Radar	C-Band
Modo de imagen SAR	Stripmap (GSD: 5m, 80km swath), Interferometric Wide Swath Mode (GSD: 5x20m, 240km swath), Extra Wide Swath Mode (400km Swath, single-look), Wave Mode (20x5m).
Polarización	VV+VH or HH+HV
Distancia de Muestreo (GSD)	5-20m
Lanzamiento/Expectativa de vida	2014-2021
Resolución temporal	12 días

Tabla 1. Imagen de Información general del satélite SENTINEL 1. Fuente: El autor

Los productos que se pueden encontrar se dividen según el tipo de proceso:

- Single Look Complex (L-1 SLC): productos SAR de nivel 1 georreferenciados utilizando datos de la órbita y la altitud del satélite.
- Ground Range Detected (L-1 GRD): productos SAR de nivel 1 que han sido proyectados usando un modelo elipsoidal de La Tierra. Estos productos podemos encontrarlos además con 3 resoluciones: Full Resolution (FR), High Resolution (HR) y Medium Resolution (MR).
- Ocean (L-2 OCN): productos oceánicos de nivel 2 con información sobre la velocidad y la dirección del viento.

Por otra parte, habrá que tener en cuenta el modo en que se tomen los datos:

- Stripmap (SM): que proporcionará datos con una resolución de 5x5m y un ancho de escena máximo 80km.
- Interferometric Wide Swath (IW): este modo combina un ancho de escena de 250km con una resolución moderada de 5x20m. Este es el modo por defecto sobre tierra.
- Extra-Wide Swath (EW): este modo se emplea sobre zonas marítimas y polares, donde se necesita una gran cobertura y tiempos de revisita cortos. El ancho de escena máximo en este modo es de 400km con una resolución de 20x40m.
- Wave Mode (WV): este modo pretende ayudar en la determinación de la dirección y altura de olas en el océano. Se compone de imágenes con una resolución de 20x20km que se adquieren alternativamente con dos ángulos de

incidencia cada 100km, es decir, dos imágenes con el mismo ángulo de incidencia están separadas 200km.

Además hay que tener en cuenta la polarización. Los productos en modo WV solo estarán disponibles para polarización simple (VV o HH) y para los demás modos, SM, IW y EW, estarán disponibles en polarización dual (VV+VH o HH+HV) o simple.

Para este ejercicio se trabajó con una imagen Sentinel 1B con un modo de toma de los datos Interferometric Wide Swath (IW), con un nivel de procesamiento de la imagen detectada en el rango terrestre Ground Range Detected (L-1 GRD), con codificación en polarización dual con fecha de toma de 2017/11/24. El archivo utilizado corresponde a la siguiente descripción:

S1B_IW_GRDH_1SDV_20171124T103402_20171124T103427_008422_00E
EAE_FFEA.SAFE.

A continuación las imágenes SENTINEL 1 utilizadas como base para el procesamiento de las mismas y la determinación de los cambios entre los años 2017 y 2018.

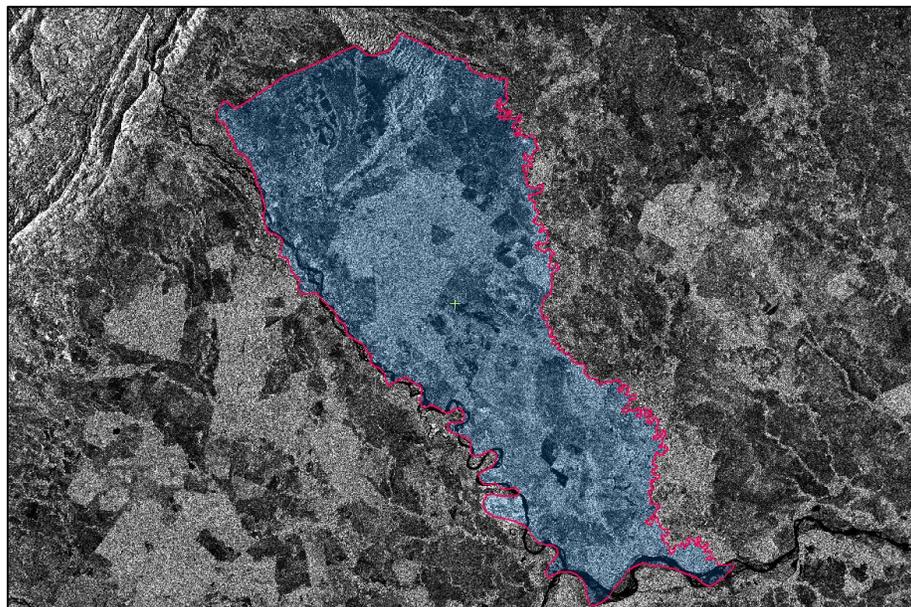


Figura 5. Imagen satélite SENTINEL 1 Municipio de Villanueva año 2017

Fuente: PCI GEOMATICS - Goemática 2018 FOCUS Trial Versión

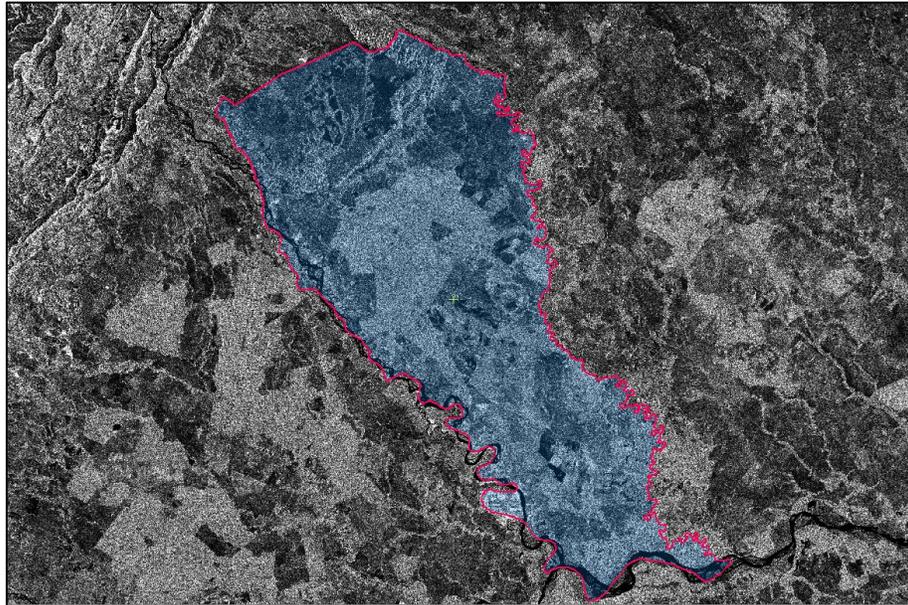


Figura 6. Imagen satélite SENTINEL 1 Municipio de Villanueva año 2018

Fuente: PCI GEOMATICS - Goemática 2018 FOCUS Trial Versión

Metodología de procesamiento de las imágenes SAR



Figura 7. Flujo de trabajo. Fuente: El autor

Pre-procesamiento - Ortorectificación Imágenes Sentinel 1

Una imagen de satélite está sometida a una serie de interferencias que hacen que la información que quiere obtenerse aparezca perturbada por una serie de errores. Estos errores están relacionados con:

- Fallos en los sensores, generan píxeles incorrectos (corrección radiométrica)
- Alteraciones en el movimiento del satélite y el mecanismo de captación de los sensores, generan distorsiones en la imagen global (corrección geométrica)
- Distorsiones Geométricas y Radiométricas en la señal de radar tales como distorsión por distancias oblicua, inversión por relieve (Layover), desplazamiento de estructuras (Foreshortening), sombra.
- Efecto sal y pimienta "Speckle" el cual corresponde a ruido granular que degrada la calidad de la imagen SAR.

Las correcciones geométricas consisten en la georreferenciación o rectificación absoluta de la imagen fuente y de posteriores registros de las imágenes restantes. En aquellas zonas en las que el relieve sea abrupto, esto es, las zonas de montaña, será necesario el empleo de un modelo digital de elevaciones para corregir las distorsiones debidas al relieve. Las correcciones radiométricas consistirán en la normalización de las imágenes para reducir el efecto de las diferencias atmosféricas entre las distintas fechas y de diferencias en la calibración del sensor o sensores.

Para este caso se realizaron los trabajos de ortorrectificación de la imagen Sentinel 1 a partir de una imagen Landsat 8 como parte del pre-procesamiento requerido para la detección de los cambios en las imágenes de diferentes épocas con la utilización de la herramienta comercial OrtoEngine 2018 que utiliza el modelo riguroso de Toutin's el cual utiliza puntos de control terrestre y datos de órbita del sensor.

Inicialmente dentro del proceso de ortorrectificación en la herramienta se deben establecer parámetros tales como modelo matemático, sistemas de coordenadas, unidades, datum del elipsoide, la zona UTM, la latitud, el tamaño del píxel y la disponibilidad de un modelo digital de elevación editado que entrega las alturas dentro del proceso de ortorrectificación y con el que se pueden corregir las distorsiones por efecto del relieve.

La metodología empleada involucró varios procesos dentro de los cuales destaca la ortorrectificación de la imagen SAR aplicando un ajuste de las efemérides con puntos de control DGNS de la imagen Ortorrectificada Landsat

8 y se corrigieron las distorsiones por efecto del relieve usando un DEM con resolución espacial de 12.5 m obtenido del sensor de Radar Palsar.

Con la imagen Sentinel 1 sin ortorrectificar, la imagen de referencia Lansat 8 Ortorrectificada y el modelo digital DEM se procedió a la colocación de puntos de control GCP de forma manual, estos puntos son conocidos como puntos arcifinios. Durante el proceso de selección de los puntos de control se verificó el valor residual asociados a cada uno de los puntos al igual que el valor del error medio cuadrático RMS los cuales deben estar dentro de los parámetros de la norma para este tipo de ortorrectificaciones. Las herramientas tecnológicas permiten que de forma visual se verifiquen las coincidencias y la alineación entre las dos imágenes revisando los puntos arcifinios en las dos escenas.

Pre- procesamiento - Realce y aplicación de filtros

Las imágenes de radar de apertura sintética (SAR) son muy difíciles de analizar e interpretar debido a que están contaminadas por el ruido speckle. Para reducir este efecto en la imagen de radar se utiliza entre otros un filtro adaptativo de paso bajo, que tiene el objetivo de atenuar el ruido speckle "granulado", que es un efecto que se observa en forma de una cantidad de puntos blancos y negros (efecto sal y pimienta) sobre toda la imagen que no permiten discernir ninguna característica de la imagen antes de su tratamiento y procesamiento. Su aplicación se concentra en mejorar la imagen para facilitar la búsqueda de características que permitan la detección de cambios entre las imágenes multitemporales. En la figura 8 se observan dos imágenes ala izquierda sin filtro y a la derecha con la aplicación del filtro.

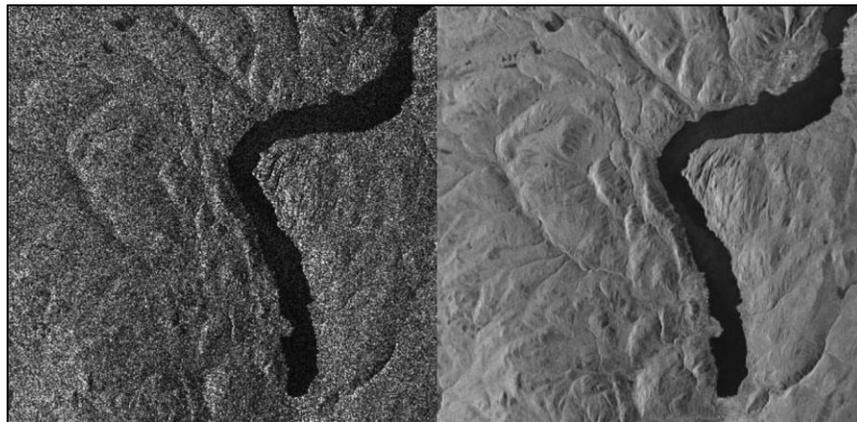


Figura 8. Imagen aplicación filtro adaptativo. Fuente: Sensores activos microondas - IGAC

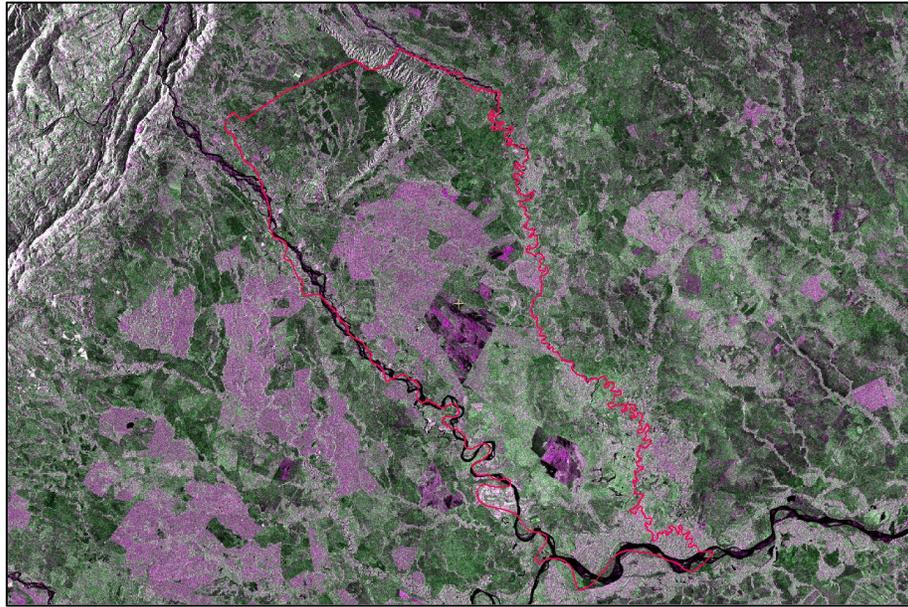


Figura 9. Realce imagen Sentinel 1 año 2017

Fuente: PCI GEOMATICS - Goemática 2018 FOCUS Trial Versión

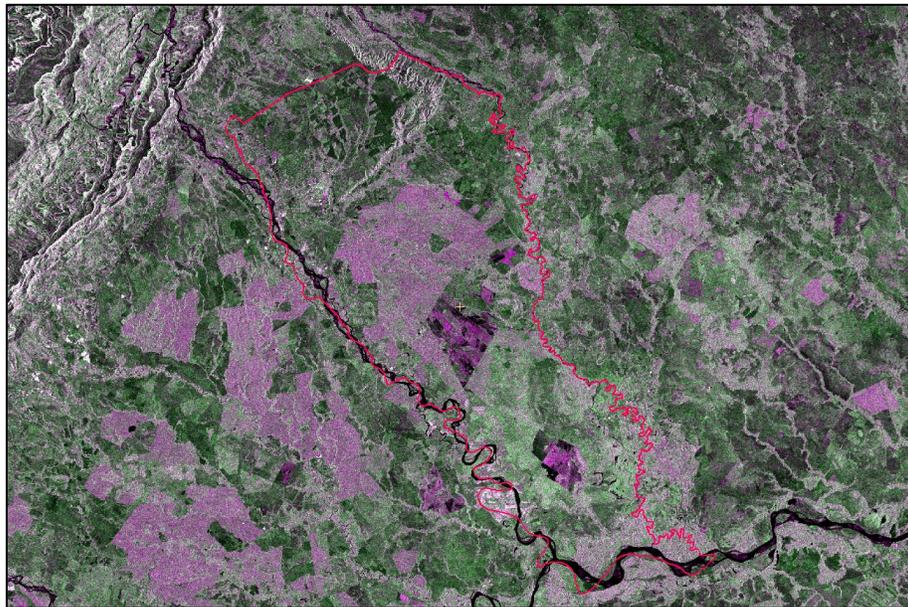


Figura 10. Realce imagen Sentinel 1 año 2018

Fuente: PCI GEOMATICS - Goemática 2018 FOCUS Trial Versión

Los filtros espaciales también permiten realzar. Se trata de métodos para resaltar o suprimir, de forma selectiva, información contenida en una imagen a diferentes escalas espaciales, para destacar algunos elementos de la imagen, o también para ocultar valores anómalos.

Los filtros más utilizados son los de paso bajo (suavizan la imagen), de paso alto (aumentan el contraste), los filtros direccionales (detectan en la imagen estructuras que siguen una determinada dirección) y los de detección de bordes (permiten identificar y aislar objetos con propiedades homogéneas dentro de la imagen).

Filtros adaptativos de paso bajo. Son considerablemente más complejos ya que los coeficientes de ponderación se recalculan para cada uno de los píxeles en función del histograma de los ND que aparecen en la ventana. Se han utilizado con gran éxito filtros adaptativos para eliminar el speckle de las imágenes de radar y para detectar, con un solo filtro, diferentes elementos.

Filtros adaptativos de paso alto. Su objetivo es resaltar las zonas de mayor variabilidad eliminando lo que sería la componente media, precisamente la que detectan los filtros de paso bajo. Los filtros de paso alto consiguen también eliminar en parte esta contaminación.

Otro tipo de realces que se puede hacer en las imágenes es el Análisis de Texturas. La textura es una de las características más importantes usadas para identificar objetos o regiones de interés en la imagen. Cuando se trata de la descripción de una imagen y su procesamiento, el brillo y color de los píxeles son parámetros muy útiles.

Otro tipo de realces es la interpretación de la imagen en función de una imagen óptica lo que se logra con el visor de Google Earth y consiste en exportar sectores de la imagen hacia el visor de Google Earth en donde se carga la imagen radar en donde habilitando y deshabilitando se logran apreciar las correspondencias.

Clasificación Supervisada - Segmentación

Se realizó la clasificación Orientada a Objetos a partir de la imagen Sentinel 1 que se encuentra Ortorectificada, calibrada radiométricamente por retrodispersión en el rango terrestre Round Range.

El análisis de imágenes basada en Objetos (OBIA siglas en inglés), es una técnica utilizada para analizar las imágenes satelitales, se ha desarrollado hace

relativamente poco tiempo en comparación con el análisis tradicional de la imagen basada en píxeles (Burnett y Blaschke, 2003). Aunque esta clasificación al igual que la convencional se basa en información del píxeles (valores espectrales de cada pixel), adiciona un análisis basado en la información de un conjunto de píxeles similares llamados objetos. Estos objetos de la imagen son los grupos de píxeles que son similares entre sí sobre la base de una medida de las propiedades espectrales (es decir, color), tamaño, forma y textura, así como el contexto de un barrio que rodean los píxeles.

Una clasificación basada en objetos se compone siempre de dos etapas: la segmentación de la imagen y la clasificación. La primera consiste en la formación de objetos mediante la unión de píxeles, posteriormente la clasificación se realiza utilizando las características de los objetos.

La segmentación es un proceso en el que se agrupan un conjunto de píxeles adyacentes de acuerdo a su auto-similitud dando lugar a áreas (segmentos) más o menos homogéneas, que son clasificadas mediante diferentes algoritmos, como el de máxima verosimilitud.

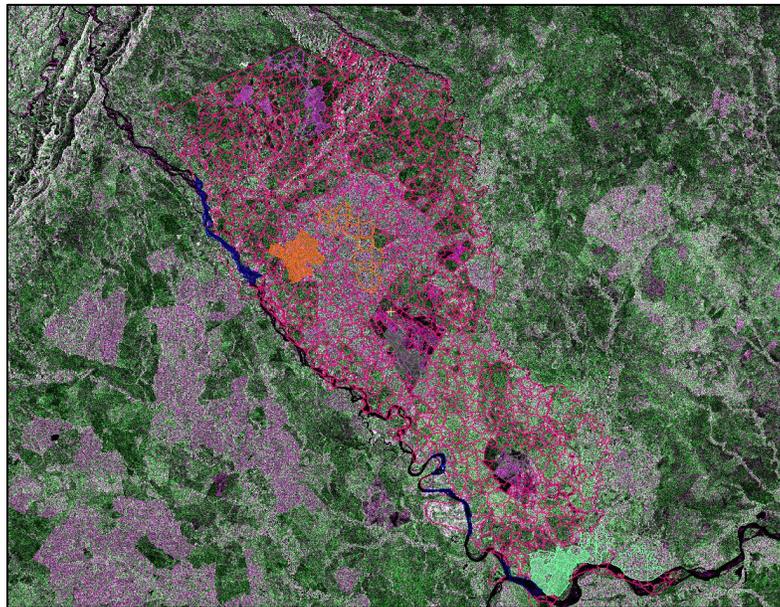


Figura 11. Imagen resultado del proceso de segmentación dentro del proceso de clasificación basada en objetos

Fuente: PCI GEOMATICS - Goemática 2018 FOCUS Trial Versión

Clasificación Supervisada – Asignación y Recolección de Atributos

Posterior a la segmentación se desarrolló un proceso de cálculo de atributos para cada uno de los polígonos producto de la segmentación con base en la información polarimétrica de los dos canales de la imagen Sentinel 1 polarizaciones VV y VH. Originalmente cada polígono cuenta con información como Área, Perímetro y Valor promedio del Pixel. Para el caso de la imagen SAR se calculan una serie de valores basados en un Kernel de 9*9, los valores a calcular son la media, desviación estándar, entropía, segundo momento angular y contraste. También se calculan los valores estadísticos mínimo, máximo, media y desviación estándar y todos estos se visualizan en la tabla de datos de la segmentación para cada uno de los polígonos.

Clasificación Supervisada – Recolección de Sitios de Entrenamiento

Luego de la segmentación se realizó el paso de selección de sitios de entrenamiento para la que se crean clases de acuerdo con lo que se observe en la imagen segmentada y se toman muestras para cada una de las clases. Para mejorar la identificación de sitios de entrenamiento se puede hacer composición RGB para intensificar las tonalidades de acuerdo con la retrodispersión que se presenta en cada una de las clases de cobertura que conforman la imagen. Con los sitios de entrenamiento terminados e identificados de manera correcta se procede a realizar el proceso de clasificación supervisada.

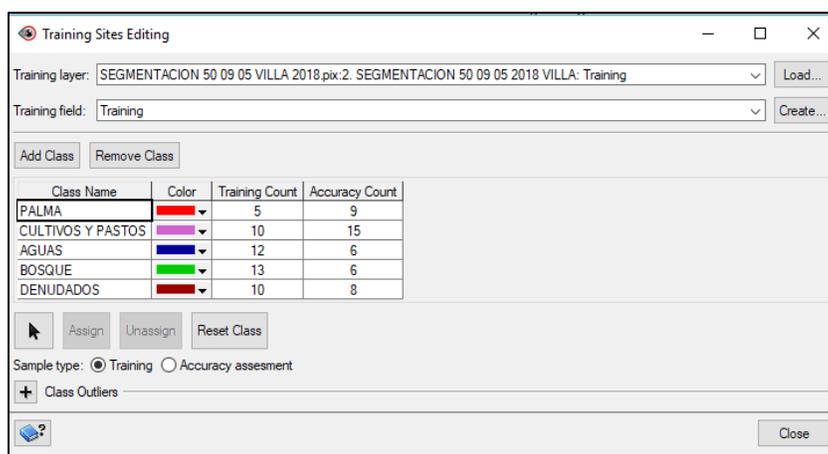


Figura 12. Imagen de las clases establecida para la clasificación basada en objetos

Fuente: PCI GEOMATICS - Goemática 2018 FOCUS Trial Versión

El método de clasificación supervisada, integra la interpretación visual con algoritmos de clasificación. Mediante la interpretación visual y con información de referencia se delimitaron las zonas homogéneas con clase conocida, para posteriormente, a partir de éstas y con el uso de algoritmos, asignar el resto de los píxeles de la imagen a las categorías identificadas en función de sus niveles digitales (Chuvieco 1996).

En las imágenes de radar de apertura sintética SAR existen una serie de distorsiones geométricas y radiométricas de la Señal de Radar que deben ser identificadas durante el proceso de clasificación y que deber ser corregidas; estas distorsiones son geométrica por inversión por relieve (Layover), por Escorzo (Foreshortening) y sombra. Distorsión Radiométrica producida por la influencia de la topografía en la retrodispersión.

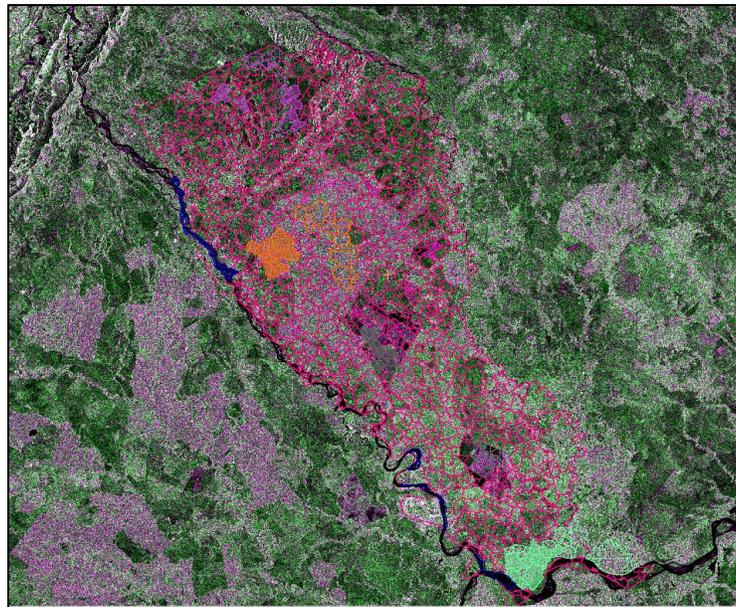


Figura 13. Imagen de los sitios de entrenamiento escogidos dentro de la segmentación

Fuente: PCI GEOMATICS - Goemática 2018 FOCUS Trial Versión

En este momento del proceso existe un control de clasificación correspondiente a la exactitud temática y el índice de Kappa. Los errores en la clasificación

deben ser corregidos en una etapa de post-clasificación por medio de las herramientas que ofrecen las ayudas tecnológicas existentes en el mercado.

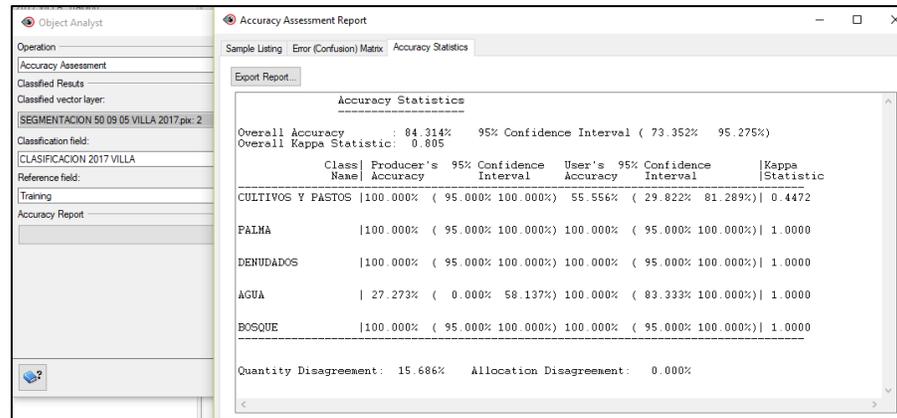


Figura 14. Imagen reporte de calidad relacionado con la exactitud temática para la clasificación Imagen Lansat 1 año 2017

Fuente: PCI GEOMATICS - Goemática 2018 FOCUS Trial Versión

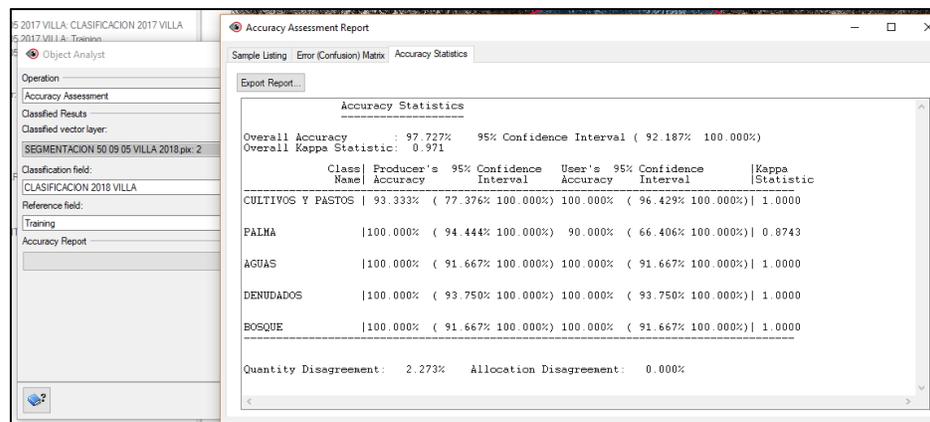


Figura 15. Imagen reporte de calidad relacionado con la exactitud temática para la clasificación Imagen Lansat 1 año 2018

Fuente: PCI GEOMATICS - Goemática 2018 FOCUS Trial Versión

Una vez realizados los pasos de clasificación se puede tener en este momento del proceso de clasificación un mapa temático que puede ser generado con los editores de representación que ofrecen las ayudas tecnológicas existentes en

el mercado y que pueden ser utilizados para la determinación de los cambios presentados en la zona de estudio.

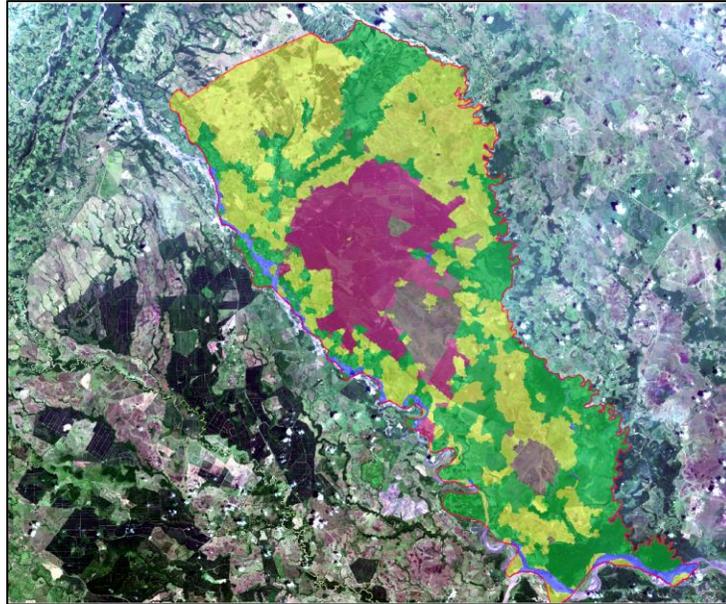


Figura 16. Imagen mapa temático clasificación Imagen Lansat 1 año 2017

Fuente: PCI GEOMATICS - Goemática 2018 FOCUS Trial Versión

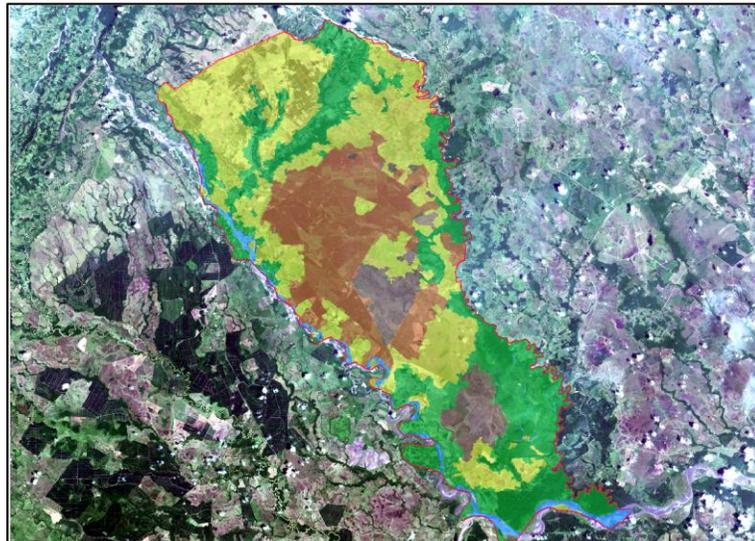


Figura 17. Imagen mapa temático clasificación Imagen Lansat 1 año 2018

Fuente: PCI GEOMATICS - Goemática 2018 FOCUS Trial Versión

Este proceso se realiza para las imágenes de diferentes épocas para la misma zona de tal manera que teniendo las dos imágenes clasificadas se puede proceder a la fase de detección de cambios.

Detección de cambios

Una vez realizadas las clasificaciones para cada una de las imágenes Sentinel 1 correspondientes a los años 2017 y 2018 y con los mapas vectoriales de cobertura para el área de estudio de los mismos años; se procedió a realizar el análisis de detección de cambios con la ayuda de los algoritmos que se tienen en la herramienta tecnológica disponible en el mercado.

El primer paso consiste en volver los datos vectoriales del mapa temático a datos raster para las dos imágenes para así poder ser procesados.

La información raster permite además identificar las fronteras de las áreas ocupadas por la palma de aceite en las dos imágenes del análisis multitemporal, a continuación se presentan estas fronteras y con ellas la determinación de pérdida o aumento de área del año 2017 al año 2018 de los límites agrícolas de la palma de aceite en el municipio de Villanueva en el departamento de Casanare.

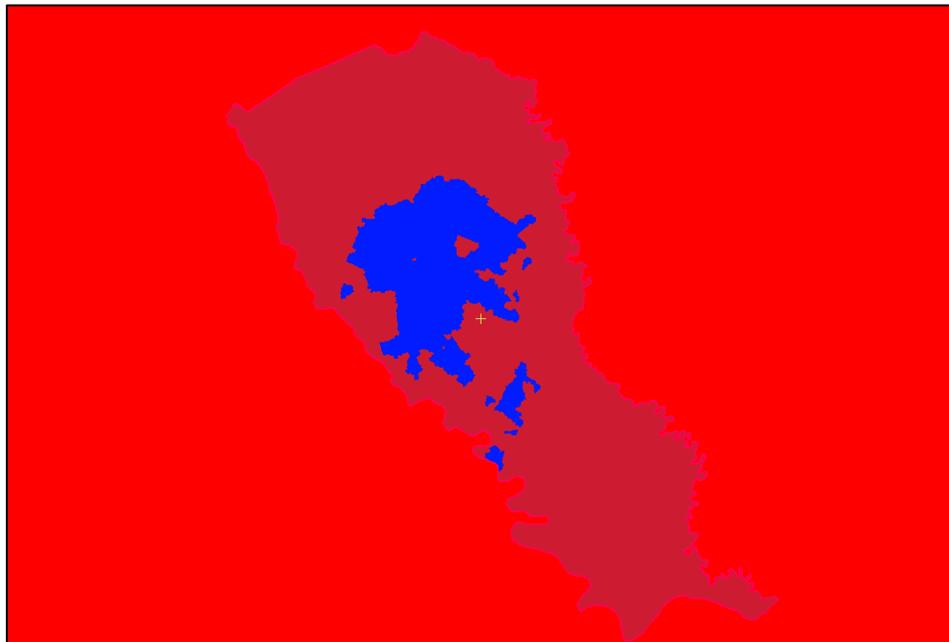


Figura 18. Imagen determinación de palma de aceite año 2017

Fuente: PCI GEOMATICS - Goemática 2018 FOCUS Trial Versión

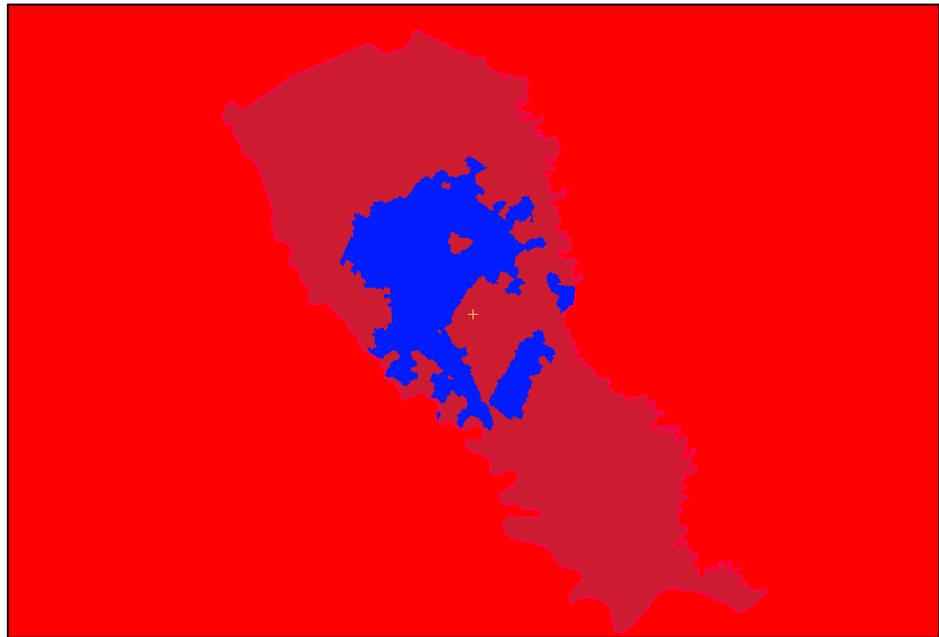


Figura 19. Imagen determinación de palma de aceite año 2018

Fuente: PCI GEOMATICS - Goemática 2018 FOCUS Trial Versión

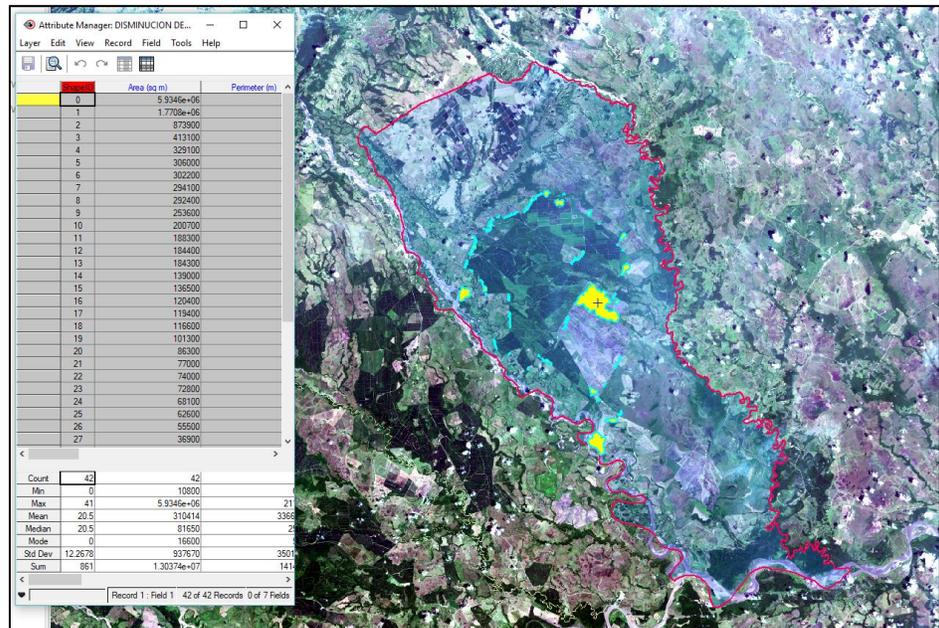


Figura 20. Imagen determinación de disminución de áreas con palma de aceite en el análisis multitemporal año 2018 respecto al año 2017

Fuente: PCI GEOMATICS - Goemática 2018 FOCUS Trial Versión

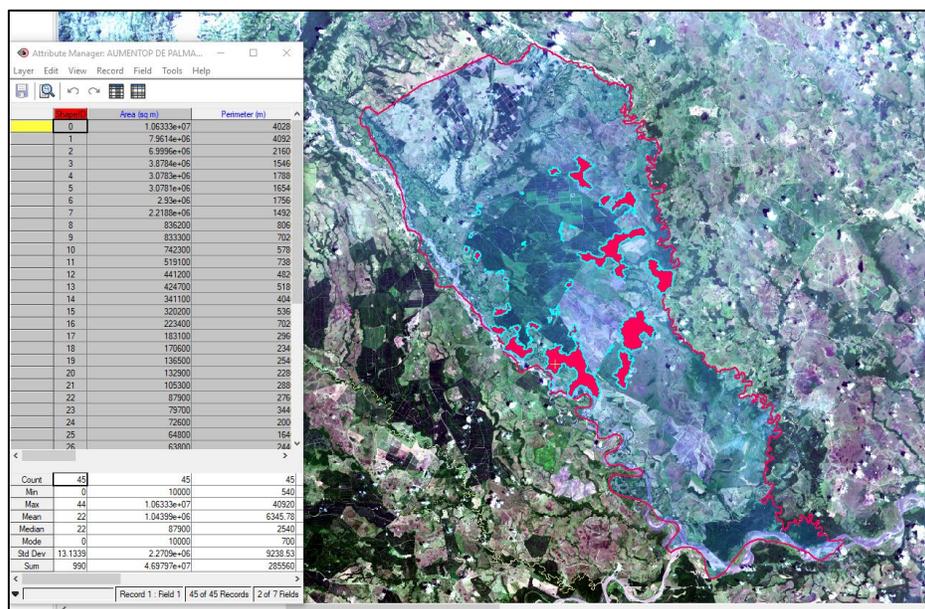


Figura 21. Imagen determinación de aumento de áreas con palma de aceite en el análisis multitemporal año 2018 respecto al año 2017

Fuente: PCI GEOMATICS - Goemática 2018 FOCUS Trial Versión

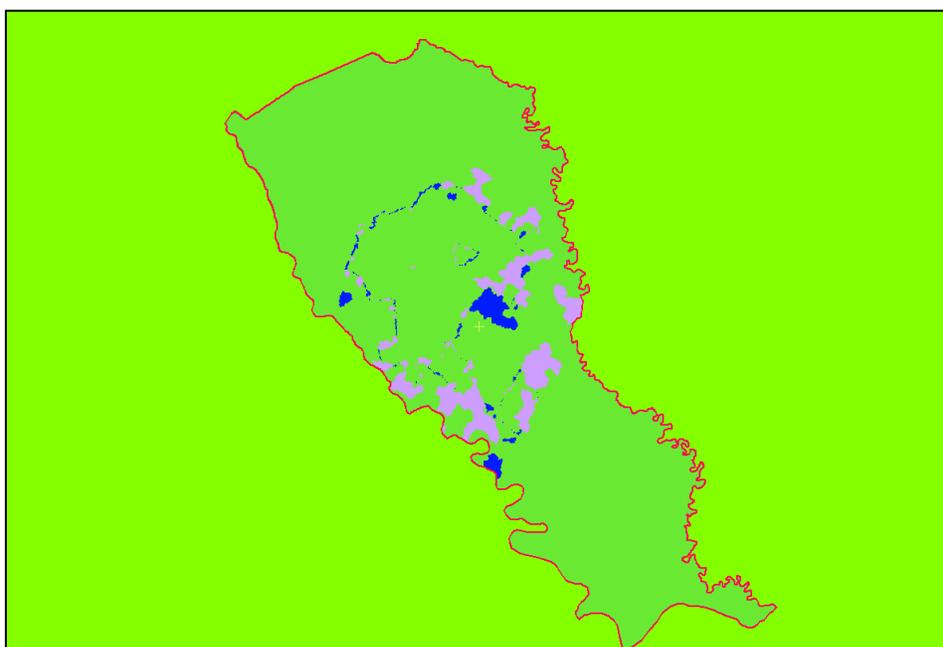


Figura 21. Imagen determinación de aumento y disminución de áreas con palma de aceite en el análisis multitemporal año 2018 respecto al año 2017

Fuente: PCI GEOMATICS - Goemática 2018 FOCUS Trial Versión

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

Conocer y entender la importancia de los sistemas de radar en los procesos de detección de cambio multitemporal de cobertura de Palma de Aceite en el municipio de Villanueva aplicando fundamentos y metodología de procesamiento digital de imágenes satelitales polarimétricas obtenidas de sensores activos del tipo radar de apertura sintética SAR.

5.2 Objetivos Específicos

Conocer los conceptos fundamentales tanto físicos como matemáticos asociados a las imágenes satelitales obtenidas de sensores activos del tipo radar de apertura sintética SAR.

Aplicar los conocimientos y herramientas de procesamiento digital de las imágenes SAR polarimétricas para determinar cambios en la cobertura de la tierra mediante la utilización de imágenes de dos épocas distintas bajo el concepto de multitemporalidad.

Analizar y comprender los resultados obtenidos de procesamientos digitales básicos de imágenes SAR en aplicaciones específicas de detección de cambios en la cobertura de Palma de Aceite en el municipio de Villanueva.

6. CONCLUSIONES

Del análisis multitemporal de las imágenes de RADAR SAR años 2018 y 2017 se observan los siguientes resultados teniendo en cuenta la relación A-B, es decir Año 2018 menos Año 2017.

- Área disminución: 13.04 Km²
- Área aumento: 46.98 km²

Por lo que se concluye un aumento en el área ocupada por la palma de aceite.

Las imágenes RADAR de apertura sintética tomadas con sensores activos en el rango de las microondas penetran las nubes y la vegetación haciéndose funcionales en cualquier condición meteorológica.

La penetración a través de la vegetación o el suelo incrementa mientras más larga es la longitud de onda.

El eco de radar contiene información sobre la superficie, la cual se caracteriza por la retrodispersión de la onda electromagnética incidente.

La dispersión depende de:

- La frecuencia o longitud de la onda
- Polarización de la onda
- El ángulo de incidencia
- La constante dieléctrica de la superficie
- La aspereza de la superficie en relación a la longitud de onda
- Estructura y orientación de los objetos en la superficie

En las imágenes de RADAR se presentan distorsiones geométricas y radiométricas de la señal del tipo: Distancia oblicua, Inversión por relieve Layover, desplazamiento de estructuras Foreshortening, sombras, por topografía, Speckle (Fenómeno Sal y Pimienta).

Se desarrolló la metodología de clasificación orientada a objetos utilizando herramientas tecnológicas que permitieron determinar cobertura y el uso del suelo además de la detección de cambios en un periodo de un año.

El flujo de trabajo de clasificación utilizada se basa en la identificación de objetos, definidos como, grupos de píxeles contiguos que poseen un comportamiento similar, de manera que la variabilidad entre los píxeles que lo componen es inferior a la variabilidad entre el objeto y su entorno.

Se debe apoyar el proceso de interpretación de las coberturas de las imágenes RADAR SAR con otras imágenes ópticas.

Los métodos de detección de cambios en teledetección siguen normalmente un procedimiento común basado en el ajuste radiométrico, geométrico, aplicación del algoritmo o método de detección, su evaluación y edición. Los resultados que pueden obtenerse son variados y en general dependen del problema o aplicación.

7. REFERENCIAS

- CHUVIECO, E. Fundamentos de Teledetección Espacial RIALP, Madrid, 1996.
- Introducción al Radar de Apertura Sintética.
<https://arset.gsfc.nasa.gov/disasters/webinars/intro-SAR>
- Capacitación en Línea Avanzada: La Teledetección por Radar y sus Aplicaciones para la Tierra, el Agua y Desastres.
<https://arset.gsfc.nasa.gov/disasters/webinars/advanced-SAR-18>
- Satélite de Imágenes SENTINEL 1.
<http://geocento.es/galeria-de-satelites-para-buscar-y-adquirir-imagenes/satelite-imagenes-sentinel-1/>
- Sentinel 1, Sentinel 2 y Sentinel 3.
http://www.inta.es/opencms/export/sites/default/INTA/es/blogs/copernicus/BlogEntry_1507278650016
- Fotointerpretación y Teledetección.
<https://www.um.es/geograf/sig/teledet/>
- Introducción a Radar.
http://www.cazalac.org/mwar_lac/fileadmin/imagenes2/Remote_Sensing/span_S3P2_light.pdf